DOCUMENT RESUME

ED 482 735 SE 068 424

AUTHOR	Fraknoi, Andrew, Ed.; Schatz, Dennis, Ed.
TITLE	El Universo a Sus Pies: Actividades y Recursos para Astronomia (Universe at Your Fingertips: An Astronomy Activity and Resource Notebook).
INSTITUTION	Astronomical Society of the Pacific, San Francisco, CA.
SPONS AGENCY	National Science Foundation, Arlington, VA.
ISBN	ISBN-1-58381-199-0
PUB DATE	2002-00-00
NOTE	457p.; For English version, see SE 058 359.
CONTRACT	ESI-990-18922
AVAILABLE FROM	PROJECT ASTRO, Astronomical Society of the Pacific, 390 Ashton Avenue, San Francisco, CA 94112. Tel: 415-337-1100; Fax: 415-337-5205; e-mail: astro@astrosociety.org; Web site: http://www.astrosociety.org.
PUB TYPE	Books (010) -- Reports - Descriptive (141)
LANGUAGE	Spanish
EDRS PRICE	EDRS Price MF01/PC19 Plus Postage.
DESCRIPTORS	*Astronomy; Earth Science; Elementary Secondary Education; Interdisciplinary Approach; Lesson Plans; *Science Activities; *Science Curriculum; Space Sciences; Teaching Guides; Units of Study

ABSTRACT

The goal of this resource notebook is to provide activities selected by astronomers and classroom teachers, comprehensive resource lists and bibliographies, background material on astronomical topics, and teaching ideas from experienced astronomy educators. Activities are grouped into several major areas of study in astronomy including lunar phases and eclipses, the sun and the seasons, the planets, the scale of the solar system, comets and meteors, star-finding and constellations, stars, galaxies and the universe, space exploration and the Search for Extra-Terrestrial Intelligence (SETI), tools of the astronomer, debunking pseudoscience, and astronomy in different cultures. An extensive glossary and a section that provides interdisciplinary teaching ideas are included. (DDR)

Reproductions supplied by EDRS are the best that can be made
from the original document.

EL UNIVERSO A SUS PIES

ACTIVIDADES Y RECURSOS PARA ASTRONOMÍA

EDICIÓN EN ESPAÑOL

EDITADO POR
Andrew Fraknoi y Dennis Schatz

ED 482 735

SE 068 434

PERMISSION TO REPRODUCE AND DISSEMINATE THIS MATERIAL HAS BEEN GRANTED BY

L. Harden

TO THE EDUCATIONAL RESOURCES INFORMATION CENTER (ERIC)

1

U.S. DEPARTMENT OF EDUCATION
Office of Educational Research and Improvement
EDUCATIONAL RESOURCES INFORMATION CENTER (ERIC)

☒ This document has been reproduced as received from the person or organization originating it.

☐ Minor changes have been made to improve reproduction quality.

• Points of view or opinions stated in this document do not necessarily represent official OERI position or policy.

PROJECT ASTRO

Astronomical Society of the Pacific

BEST COPY AVAILABLE

EL UNIVERSO A SUS PIES

ACTIVIDADES Y RECURSOS PARA ASTRONOMÍA

EDICIÓN EN ESPAÑOL

EDITADO POR

Andrew Fraknoi y Dennis Schatz

TRADUCIDO POR

Anaida Morales-Droz, Cecilia Colomé, Matilde Ortiz Hollander y David Ardila

UNA PUBLICACIÓN DEL

PROJECT ASTRO

Y

Astronomical Society of the Pacific

ESTA PUBLICACIÓN ES POSIBLE GRACIAS A UNA GENEROSA DONACIÓN DE NATIONAL SCIENCE FOUNDATION.

Este material está basado en trabajo apoyado por la *National Science Foundation* en el proyecto no. ESI 990-18922.

Cualquier opinión, hallazgo, y conclusiones o recomendaciones expresadas en este material son aquellas del autor y no necesariamente reflejan la visión de la *National Science Foundation*.

PROJECT ASTRO
Astronomical Society of the Pacific
390 Ashton Avenue
San Francisco, CA 94112
U.S.A.
Tel: (415) 337-1100
Fax: (415) 337-5205
Dirección de E-Mail: astro@astrosociety.org
Página en la red: www.astrosociety.org

D. R. © 2002 Astronomical Society of the Pacific. Todos los derechos reservados.

ISBN 1-58381-199-0

Este material está basado en trabajo realizado con fondos de la División de Educación Informal de la *National Science Foundation*, número de proyecto ESI-9901892. Todas las opiniones, resultados, conclusiones y recomendaciones expresados en este material son responsabilidad de los autores y no representan necesariamente el punto de vista del a *National Science Foundation*.

4

Contenido

INTRODUCCIÓN

Introducción e instrucciones, *por Andrew Fraknoi* ix
Comentarios y sugerencias xiii
Feedback Form xv

ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

La filosofía del Proyecto ASTRO, *por Dennis Schatz* 1
Sugerencias para la enseñanza de la astronomía:
Un enfoque basado en la solución de problemas, *por Dennis Schatz* 7
Aprendiendo astronomía:
Ideas de la investigación y la práctica, *por Cary Sneider* 11
Reforma educativa y las normas para ciencia:
Implicaciones para la enseñanza de la astronomía, *por Dennis Schatz* 19
Glosario de términos astronómicos de uso común, *por Sherwood Harrington y Andrew Fraknoi* 27

ACTIVIDADES

LAS FASES Y ECLIPSES DE LA LUNA SECCIÓN 1
Información de fondo: Las fases y eclipses de la Luna 1
1.1, Prediciendo las fases y características de la Luna EDADES: 9-14+ 5
1.2, Observando las fases y características de la Luna EDADES: 9-14+ 9
1.3, Modelo de las fases de la Luna EDADES: 9-14+ 13
1.4, Modelos de eclipses EDADES: 12-14+ 17
1.5, Revolución y rotación de la Luna EDADES: 9-14 21

EL SOL Y LAS ESTACIONES SECCIÓN 2
Información de fondo: El Sol y las estaciones 1
2.1, El Sol EDADES: 9-14 3
2.2, Observando el Sol sin riesgos EDADES: 9-14 11
2.3, Observando la puesta del Sol EDADES: 7-14 15
2.4, Las causas de las estaciones EDADES: 11-15 17
2.5, Haciendo un reloj de Sol EDADES: 11-13 25
2.6, Modelo del porqué de las estaciones EDADES: 12+ 31
2.7, Mesa redonda sobre las estaciones EDADES: 11-14 39

LOS PLANETAS		SECCIÓN 3
Información de fondo: Los planetas		1
3.1, La forma y gravedad de la Tierra	EDADES: 9-14	5
3.2, ¿Cuál es la forma de la Tierra?	EDADES: 12-14	11
3.3, Estrella matutina y estrella vespertina	EDADES: 10-12+	15
3.4, Caja de topografía de Venus	EDADES: 9-17	19
3.5, ¿Qué sabes de los planetas?	EDADES: 9-11	27
3.6, Construyendo y mapeando un volcán	EDADES: 12-17	35
3.7, ¿Cuáles son las superficies más antiguas en Marte?	EDADES: 4-17	47
3.8, Siguiéndole el rastro a las lunas de Júpiter	EDADES: 10-14+	53
3.9, ¡Acuérdate del huevo!	EDADES: 8-18	61
ESCALA DEL SISTEMA SOLAR		SECCIÓN 4
Información de fondo: Escala del Sistema Solar		1
4.1, Un modelo tridimensional de la Tierra y la Luna	EDADES: 10-14	3
4.2, Modelo del Sistema Solar usando papel higiénico	EDADES: 11-14	7
4.3, El modelo de los mil metros (o la Tierra como un grano de pimienta)	EDADES: TODAS	11
COMETAS Y METEORITOS		SECCIÓN 5
Información de fondo: Cometas y meteoritos		1
5.1, Experimentando con cráteres	EDADES: 8-13	5
5.2, Haciendo un modelo de un cometa	EDADES: 9-12	17
5.3, Haciendo un cometa en el salón de clases	EDADES: 9-14+	21
5.4, Haciendo un película de un cometa	EDADES: 9-11	25
BUSCANDO ESTRELLAS Y CONSTELACIONES		SECCIÓN 6
Información de fondo: Buscando estrellas y constelaciones		1
6.1, Mirando hacia arriba: Observando el cielo nocturno a simple vista	EDADES: 9-14	3
6.2, Relojes estelares	EDADES: 10-14+	7
6.3, Identificando estrellas con un planisferio	EDADES: 4-6+	11
6.4, Creando constelaciones	EDADES: 8-12	21
6.5, Constelaciones tridimensionales	EDADES: 8-14	29
6.6, El Zodíaco y la revolución de la Tierra	EDADES: 9-14	33

LAS ESTRELLAS		SECCIÓN 7
Información de fondo: Las estrellas		1
7.1, ¿Cuántas estrellas podemos ver?: Tomando muestras en astronomía	EDADES: 9-17	5
EL UNIVERSO Y LAS GALAXIAS		SECCIÓN 8
Información de fondo: El Universo y las galaxias		1
8.1, Tu dirección galáctica	EDADES: 11-14	3
8.2, Calendario cósmico y línea de tiempo/ Modelo a escala de la edad de la Tierra	EDADES: 12-14	11
8.3, El Universo en expansión	EDADES: 13-14+	21
8.4, Visualizando la expansión del espacio	EDADES: 13-14+	29
8.5, Clasificando galaxias	EDADES: 12-17	35
8.6, ¿Cuántos objetos hay?: Contando galaxias usando la imagen de campo profundo Hubble	EDADES: 9-17	57
EXPLORACIÓN ESPACIAL Y LA BUSQUEDA DE INTELIGENICA EXTRATERRESTRE		SECCIÓN 9
Información de fondo: Exploración espacial		1
Información de fondo: La búsqueda de inteligencia extraterrestre		3
9.1, Empacando para un viaje a la Luna	EDADES: 12-14+	7
9.2, Hola allá afuera: Mensaje del espacio	EDADES: 12-14+	11
9.3, Inventa un extraterrestre	EDADES: 8-18	25
INSTRUMENTOS DEL ASTRÓNOMO		SECCIÓN 10
Información de fondo: Instrumentos del astrónomo		1
10.1, Espectroscopios y espectrómetros	EDADES: 9-15	5
10.2, Atrapando luz	EDADES: 8-12	21
10.3, Imágenes digitales	EDADES: 12-17	25
¿COMO DEFENDERSE DE LA ASTROLOGÍA?		SECCIÓN 11
Información de fondo: Pseudo-ciencia astronómica		1
Información de fondo: ¿Cómo defenderse de la astrología?		3
11.1, ¿Cuál es tu signo?	EDADES: 11-14	9
11.2, Actividades sobre la astrología	EDADES: 12-14+	17

ASTRONOMÍA EN OTRAS CULTURAS — SECCIÓN 12
12.1, Creando una constelación — EDADES: 9-12 — 1
12.2, Enseñando con historias y símbolos — EDADES: 5-11 — 7

A TRAVÉS DEL CURRICULUM: IDEAS PARA ENSEÑANZA INTERDISCIPLINARIA — SECCIÓN 13
13.1, Las doce maravillas turísticas del Sistema Solar — EDADES: 8-17 — 1
13.2, La astronomía en el mercado — EDADES: 8-17 — 5
13.3, Imaginándose un astrónomo — EDADES: 9-14 — 7
13.4, Contando hasta un billón — EDADES: 11-14 — 11

8

Créditos

ADMINISTRADOR DEL PROYECTO
Amy Davidson

EDITORES DE LA VERSIÓN EN INGLÉS
Andrew Fraknoi y Dennis Schatz

EDITOR CIENTÍFICO DE LA VERSIÓN EN ESPAÑOL
David Ardila

Personal del Proyecto ASTRO

DIRECTOR
Andrew Fraknoi

COORDINADORES
Jessica Richter, Shannon Lalor y Erica Howson

ASESOR EN EDUCACIÓN DE ASTRONOMÍA
Dennis Schatz

ASISTENTES
Donna Kinsler, Aimee Chang y Karin Avila

MATERIALES ADICIONALES ESCRITOS POR
Scott Hildreth, Cary Sneider y Sally Stephens

COORDINADOR UAYF
Joseph Snyder

EVALUACIÓN DEL PROYECTO
Lynn Dierking y el personal del Institute for Learning Innovation

DISEÑO ORIGINAL DEL CUADERNO Y SU CUBIERTA
Paul Newman

DISEÑO E ILUSTRACIONES ADICIONALES
Amy Davidson y Jason Miller

TRADUCTORES
Anaida Morales-Droz, Cecilia Colomé, Matilde Ortiz Hollander y David Ardila

Comité de Asesores

Jose L. Alonso, Arecibo Observatory, U.S.A.

L. Felipe Barrientos, Depto de Astronomía y Astrofisica, P. Universidad Católica de Chile, Chile

Maria F. Cabrera, Museum of Science, Boston, U.S.A.

Grace Dávila Coates, University of California at Berkeley, U.S.A.

Lola Fraknoi, U.S.A.

Isabel Hawkins, University of California at Berkeley, U.S.A.

T.E. Ingerson, University of Colorado, U.S.A.

Jordi Isern, Institut d'Estudis Espacials de Catalunya/CSIC, Spain

Ron Koczor, NASA Marshall Space Flight Center, U.S.A.

Alberto Levy, Sociedad Astronómica de Baja California, México

Jorge A. López, University of Texas at El Paso, U.S.A.

Robert Marcialis, Lunar and Planetary Lab, University of Arizona at Tucson, U.S.A.

Jose Mena-Werth, University of Nebraska at Kearney, U.S.A.

Dante Minniti, Pontificia Universidad Catolica, Chile

Silvia Torres-Peimbert, Universidad Nacional Autonoma de Mexico, México

Sandra Preston, University of Texas McDonald Observatory, U.S.A.

Luis F. Rodriguez, Universidad Nacional Autonoma de Mexico, México

José Francisco Salgado, Adler Planetarium and Astronomy Museum, University of Chicago, U.S.A

Keivan Guadalupe Stassun, University of Wisconsin - Madison, U.S.A.

R. Chris Smith, National Optical Astronomy Observatories/CTIO, Chile

Marianne Takamiya, Gemini Observatory, U.S.A.

INTRODUCCIÓN E INSTRUCCIONES

Andrew Fraknoi
Foothill College y
Astronomical Society of the Pacific

Imagínese:

- un volcán de Marte que es más grande que Nicaragua,
- una luna alrededor de Neptuno que es tan fría que el aire se congela y el hielo es más duro que las rocas
- un cadáver estelar tan denso que un dedal de él contiene más material que todos los carros y camiones en norteamérica.

La astronomía captura la imaginación de los estudiantes de una manera difícil de igualar en otras materias. Las visiones y ambientes extraterrestres proporcionan un paisaje que inspira asombro y admiración y permite enseñar los principios básicos de la ciencia y el método científico. Aunque a muchos maestros les gustaría incluir más astronomía en sus clases, estos a menudo no poseen el entrenamiento adecuado o si lo tienen, está desactualizado.

Lo que tiene en sus manos es una herramienta para ayudar a los maestros (y a aquellos que trabajan con maestros) a transmitir ideas en astronomía y ciencias espaciales en el salón de clase de una manera eficiente. Contiene algunas de las mejores actividades prácticas para enseñar astronomía, seleccionadas del trabajo y las publicaciones de docenas de proyectos, programas e individuos en las últimas décadas. Las actividades están acompañadas de guías de recursos y de artículos sobre cómo enseñar más efectivamente. Esperamos que todos estos materiales puedan ayudarle a desarrollar una unidad, secuencia o visita a una clase de astronomía, que hará que sus estudiantes piensen y discutan durante largo tiempo.

Este cuaderno es un producto del Proyecto ASTRO, un programa sin ánimo de lucro creado por la *Astronomical Society of the Pacific* (Sociedad Astronómica del Pacífico – ASP). El objetivo del programa es reunir astrónomos (profesionales y aficionados) con maestros de escuela en sus comunidades locales (y jefes de grupos comunitarios). Contiene los "grandes éxitos" de dos cuadernos que publicamos en inglés, *The Universe at Your Fingertips* y *More Universe at Your Fingertips.* En esta breve introducción, quisiera dar un resumen del proyecto, las ideas detrás de la traducción al español y algunas sugerencias para usar los materiales en el cuaderno.

UNA BREVE HISTORIA DE PROYECTO ASTRO

Establecida en 1889, la ASP es una organización científica y educacional internacional, cuyos miembros incluyen científicos, astrónomos aficionados, educadores de todos los niveles y gente de todo tipo con interés en los descubrimientos astronómicos. Como complemento a sus revistas, libros y reuniones científicas, la sociedad tiene una larga historia de programas de popularización de la astronomía a través de talleres educacionales, publicaciones y actividades. (Vea la página de la red www.astrosociety.org, para más información).

Cada año desde 1980, la sociedad ha realizado talleres de verano para ayudar a los maestros a enseñar astronomía más efectivamente en sus salones de clase. Al final de estos talleres, algunos maestros siempre expresaban el deseo de "tener su

propio astrónomo", alguien que fuera a su salón de clase, trabajara con ellos en actividades de astronomía, respondiera preguntas e inspirara a los estudiantes con su entusiasmo por el tema. De esta idea surgió el Proyecto ASTRO, un programa para vincular astrónomos profesionales y aficionados con maestros y estudiantes.

En 1993, con el generoso apoyo de la *National Science Foundation* (NSF) de los Estados Unidos, comenzamos un programa piloto en el área de la Bahía de San Francisco, para ver si podíamos seleccionar y entrenar astrónomos y maestros para trabajar juntos como iguales. El astrónomo propocionaba el conocimiento sobre la materia (aunque por lo general, la idea de pararse frente a un salón de clase lleno de adolescentes lo pusiera nervioso), mientras que el maestro aportaba la experiencia necesaria para manejar a los estudiantes (aunque desconfiara de su habilidad para explicar lo que estaba pasando en Marte): ¡Resultó ser una combinación celestial!

Un elemento clave en el Proyecto ASTRO (como se discute en los artículos introductorios en este cuaderno) es el uso de actividades que ponen a los estudiantes en el papel de actuar como científicos, haciendo preguntas, investigando hipótesis, realizando experimentos, formulando conclusiones y dando reportes acerca de su trabajo. Como parte de nuestro proyecto, un grupo de maestros y educadores revisó cientos de actividades publicadas para encontrar aquellas que fueran las más efectivas en el salón de clase. En 1995 publicamos una compilación de estas, la cual llamamos *The Universe at Your Fingertips.* Contiene 813 páginas, con 87 actividades, más guías de recursos y sugerencias de enseñanza.

Para nuestra sorpresa, *The Universe at Your Fingertips* se convirtió en un éxito más allá de los confines del Proyecto ASTRO. En el 2001, hay más de 15,000 copias en las manos de maestros, entrenadores de maestros y astrónomos interesados en educación. Ha sido usado en talleres y seminarios en diversas partes del mundo y ha recibido críticas muy positivas de educadores de todos los niveles, desde escuela primaria a la universidad.

Como resultado, empezamos a recibir peticiones para proporcionar actividades y recursos sobre temas no incluidos en el cuaderno original. El resultado fue *More Universe at Your Fingertips,* publicado en el 2000, que contiene 356 páginas, con 27 artículos y otros recursos.

Mientras tanto, con la ayuda continua de la NSF, así como los fondos económicos de la *Education and Space Science Offices* de la NASA, el Proyecto ASTRO se ha expandido a todos los Estados Unidos. Hoy tenemos oficinas en 12 ciudades, de Boston a Seattle y hemos creado más de 1000 pares astrónomo-maestro. Esta red de sitios del Proyecto ASTRO entrena varios cientos de participantes nuevos al año.

El programa también se está expandiendo más allá de las escuelas tradicionales. Tenemos proyectos con grupos comunitarios, grupos juveniles, reservaciones indíganes, programas para después de la escuela y museos de ciencia. Y estamos comenzando una nueva etapa del proyecto para trabajar más directamente con familias: lo llamamos *Family ASTRO.* Eventualmente, el material de este programa también estará disponible en español.

ASTRONOMÍA EN ESPAÑOL

Mientras estabamos trabajando en el Proyecto ASTRO, frecuentemente nos preguntaban si los materiales estaban disponibles en otros idiomas además del inglés. Con la constante generosidad de la *División de educación informal* de la NSF, nos ha sido posible traducir al español parte de nuestro material. Esperamos que la traducción le sirva a educadores y astrónomos que trabajan en programas bilingües, a hispano-hablantes con un dominio limitado del inglés o para los que enseñan ciencia en países de habla hispana.

Hemos traducido una muestra de los materiales en nuestros dos cuadernos de actividades y recursos, especialmente aquellos que creemos son útiles para principiantes en ciencia y astronomía. Al hacer la traducción, hemos tenido en cuenta el hecho de que el español se habla de diferentes maneras en diferentes países y culturas, y nos hemos esforzado en usar términos y expresiones que puedan ser entendidas por todos los hablantes. Hemos tenido la fortuna de contar con la ayuda y consejo de un Comité de Asesores, formado por astrónomos y educadores que hablan español.

Sin embargo, es posible que usted o los estudiantes con quienes trabaja se topen con términos raros o de uso poco común. Para los términos astronómicos hemos proporcionado un glosario. Para términos no científicos, esperamos que los lectores y usuarios del cuaderno se sientan en libertad de editar o suplementar las páginas que distribuyan, con el fin de hacer el contenidó tan útil como sea posible.

Es posible que algunas de las referencias culturales en los materiales no sean familiares para alguien que no creció en los EEUU. En algunos casos, hemos cambiado o eliminado estas referencias. En otros, usted puede sustituir la persona, evento, obra literaria o producto, con algo equivalente de la cultura de los estudiantes con quienes esté trabajando.

De manera similar, algunas de las descripciones del cielo y las constelaciones son específicas para el hemisferio norte. Si usted está en el hemisferio sur y haciendo actividades relacionadas con las constelaciones, deberá cambiar la referencias al norte. Para ayudar a los lectores en el sur, hemos incluido una actividad adicional (disponible sólo en nuestra versión
en español) que describe la construcción de un dispositivo para localizar estrellas y constelaciones en el hemisferio sur.

Dos diferencias específicas entre los EEUU y el resto del mundo merecen ser mencionadas. En los EEUU, un número como tres mil se escribe 3,000. En algunos países de America Latina, la convención es escribirlo como 3.000. De manera similar, un número con un decimal, como tres y medio, se escribe 3.5 en los EEUU y 3,5 en otros países. Así mismo, un billón en los EEUU significa mil millones; su definición es diferente en algunos paises de América Latina y en Europa. Este cuaderno usa las convenciones de los EEUU. Al realizar las actividades en otros países usted puede cambiar los números de la forma que sea familiar para los estudiantes.

Nuestra esperanza es que esta traducción haga los materiales accesibles a una audiencia amplia y que hay tenido pocos materiales de astronomía a su disposición. Por ser este nuestro primer experimento con esta traducción, estamos muy interesados en escuchar sus comentarios acerca de este cuaderno. Por favor comparta sus éxitos con nosotros y escríbanos por e-mail a astro@astrosociety. org, o a la dirección que aparece en las páginas de la cubierta.

EL FORMATO DEL CUADERNO

Este cuaderno contiene materiales relacionados con muchos campos de la astronomía. No presenta un plan de estudios o una perspectiva científica particular. Los maestros (y los astrónomos que han trabajado con ellos) han usado las actividades e ideas en nuestro cuaderno de muchas maneras distintas, adaptándolas a sus necesidades e intereses.

La mayoría de las actividades están dirigidas a estudiantes con edades entre los 10 y los 15 años, aunque muchas pueden ser modificadas fácilmente para grupos con edades mayores o menores (algunas han sido usadas exitosamente en cursos y laboratorios introductorios de nivel universitario). Las actividades están agrupadas por tema y la mayoría han sido realizadas muchas veces en salones de clases. Para aquellos lectores sin mucha preparación en astronomía, la mayoría de las secciones comienzan con un artículo que contiene información de fondo e introduce el tema general de las actividades.

Además de las actividades relacionadas con astronomía, hemos incluido un número de ideas y proyectos interdisciplinarios. Estos conectan la astronomía con el lenguaje, las matemáticas, la historia, el pensamiento escéptico y otros temas. Una de las grandes ventajas de enseñar astronomía es que despierta la imaginación de los estudiantes; usted puede utilizar el entusiasmo de estos sobre los planetas y las estrellas para crear historias, hacer arte, componer canciones, y realizar muchas otras actividades creativas.

Intencionalmente, el formato de *El Universo a sus pies* es flexible, para permitir a nuestros lectores que reacomoden los materiales en la manera que les sea más útil. Usted puede mantener las páginas en una sola carpeta o en varias, y sacar sólo las páginas que necesita para una clase o sesión particular. Con esto en mente, cada sección del cuaderno está numerada independientemente.

SOBRE LOS DERECHOS DE AUTOR

Muchas de las actividades en este cuaderno fueron escritas por organizaciones distintas a la ASP. Estas organizaciones poseen los derechos de autor y generosamente le han dado a la ASP el permiso de reimprimir sus trabajos en este cuaderno y a usted el de copiar cualquiera de las páginas para uso en SU clase. Cualquier otra reimpresión o redistribución de los materiales require el permiso del grupo o individuo que tenga los derechos de autor. Hemos colocado la información acerca de los derechos de autor de cada actividad y recurso en su primera página.

Los términos y condiciones para usar los materiales de *El Universo a sus pies* son los siguientes:

1. Cualquier educador puede hacer un número razonable de fotocopias de cualquiera de las actividades para uso en su salón de clase o con su grupo de estudiantes. (Tales copias no se pueden vender). Usted no necesita el permiso de la ASP o del grupo o individuo que posee los derechos

de autor. Todo lo que pedimos es que el nombre del autor y la información sobre los derechos de autor sean incluidos y que sean legibles en todas las copias que se hagan.

2. Si usted está realizando un taller o escribiendo un manual de actividades para otros maestros, las reglas son más estrictas:
   a. Para usar una actividad o recurso dado, necesitará el permiso del poseedor original de los derechos de autor. La ASP o el Proyecto ASTRO no pueden darle permiso a nombre de los que poseen los derechos de autor. Al hacer tales peticiones, por favor especifique cuántas copias quiere hacer y qué precio (si es para la venta) tendrá cada copia del libro donde aparecerán los materiales.
   b. Si está pidiendo permiso para usar materiales de los cuales la ASP tiene los derechos de autor, le pedimos que incluya una forma (de la cual le enviaremos una copia) explicándonos cómo pueden los lectores comprar sus propias copias de *El Universo a sus pies.*

En su solicitud a la ASP, por favor especifique:

1. cuántas copias necesita
2. cuál es el costo del taller o libro
3. el nombre y dirección postal de la persona a quien debemos enviar la forma maestra de la hoja en el libro
4. su compromiso de incluir esta hoja en todas las copias
5. su compromiso de que toda la información sobre los derechos de autor y el (los) nombre(s) serán legibles en todas las copias.

Cualquier otro poseedor de los derechos de autor seguramente necesitará información similar.

Tome nota de que la ASP tiene descuentos sustanciales para educadores interesados en comprar el *El Universo a sus pies* al por mayor. En algunos casos, puede ser más fácil comprar copias de los libros a través de ASP. Para más información llame al departamento de catálogo de la ASP (1-800-335-2624 desde dentro de los EEUU, 415-337-2126 desde el exterior).

AGRADECIMIENTOS CÓSMICOS

Este proyecto de traducción y publicación no hubiese sido posible sin la enorme cantidad de trabajo y la destreza de Amy Davidson. Ella fue nuestra administradora de proyecto a todos los niveles, y trabajó diplomáticamente con el personal del proyecto en la ASP, con nuestro extenso Comité de Asesores, con los traductores y los impresores. Ella misma realizó el diseño y los gráficos del libro. Durante más de un año, llevó (en dos idiomas) el registro de la gente y las partes del libro, guiando, ayudando, recordando, empujando a los miembros del equipo y ensamblando el trabajo. Le estamos muy agradecidos por su paciencia, talento y perseverancia.

Otro "héroe" de nuestra historia es David Ardila, un estudiante de doctorado en astronomía en la Universidad de California, Berkeley, quien es astrónomo voluntario del Proyecto ASTRO. Él comenzó como asesor y su ayuda fue tan útil señalando problemas con la traducción, que le preguntamos si podría trabajar como editor científico para el libro completo. A pesar de sus múltiples ocupaciones en la universidad, él amablemente aceptó y el libro se ha beneficiado inmensamente por sus esfuerzos.

Me gustaría también agradecer a Erica Howson, quien coordina todas las partes del Proyecto ASTRO a nivel nacional, y cuya dedicación, intenso trabajo y habilidad con la gente hace que el trabajo de todos nosotros en el Proyecto sea mucho más fácil y efectivo. Adicionalmente, agradecemos la ayuda de nuestros Oficiales de Proyecto en la NSF, Robert Russell, Hyman Field, Roger Mitchell, James Oglesby y Sylvia James. En la NASA hemos recibido apoyo y consejo de Jeffrey Rosendhal y Frank Owens.

Finalmente, le debemos un agradecimiento muy grande a Dennis Schatz, cuyas actividades creativas, su instinto superior para la enseñanza y sus consejos, son el corazón y alma del Proyecto ASTRO. Pocas personas han contribuido tanto como Dennis a la educación en astronomía en nuestros tiempos.

Dedicamos este libro a los múltiples miembros del Proyecto ASTRO, coordinadores, directores locales, astrónomos voluntarios y maestros a lo largo y ancho de los EEUU, cuyo trabajo, durante casi una década, ha dado vida a las actividades que describimos. Todos los miembros del personal les agradecemos por hacer volar nuestros sueños.

Comentarios y sugerencias

Apreciaríamos sus comentarios y sugerencias sobre esta edición de El Universo a sus pies. *Por favor envíelos al*

Project ASTRO
Astronomical Society of the Pacific
390 Ashton Avenue
San Francisco, CA 94112, U.S.A.
o fax a (415) 337-5205

¿Qué fue lo que más le gustó de *El Universo a sus pies*?

¿Qué fue lo que menos le gustó de *El Universo a sus pies*?

Sugerencias, correcciones y áreas para mejorar (por favor incluya el número de la página a la que se refiere):

¿Qué otro tipo de actividades le gustaría ver incluidas?

¿Qué otros recursos le gustaría ver incluidos?

¿Qué otro tipo de material debería ser incluido?

Actividades adicionales o modificaciones/extensiones en las actividades:

Si tiene alguna sugerencia específica para incluir (incluyendo materiales escritos por usted) por favor haga una lista en una página separada e incluya la fuente de información.

Opcional.... NOMBRE _____

DIRECCIÓN DE CORREO _____

_____

DIRECCIÓN DE E-MAIL _____

¡Muchas Gracias!

Feedback Form

We welcome you comments and suggestion to this edition of El Universo a sus pies. *Please send your feedback to*

Project ASTRO
Astronomical Society of the Pacific
390 Ashton Avenue
San Francisco, CA 94112, U.S.A.

What do you like best about *El Universo a sus pies?*

What do you like least about *El Universo a sus pies?*

Suggestions, corrections, and areas for improvement (please include page numbers for corrections):

What other types of activities would you like to see in the notebook?

What other resource lists would you like to see?

What other types of materials should be in the notebook to make it more effective?

Additional activities or modifications/extensions to activities:

If you have any specific suggestions for materials to include (including anything you have written), please list them on a separate page and include complete source information. We also welcome suggestions about modifications or extensions of the activities in the notebook.

Optional....

NAME _____

MAILING ADDRESS _____

_____

E-MAIL ADDRESS _____

Thank You!

ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

LA FILOSOFÍA DEL PROYECTO ASTRO

por Dennis Schatz
Pacific Science Center, Seattle, Washington
© 2000 Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

El Proyecto ASTRO se ha convertido en uno de los proyectos de educación en astronomía más exitosos en la historia de los Estados Unidos, con más de diez centros regionales a través del país, cientos de asociaciones activas y más de 14,000 copias de *El Universo a sus pies* (en inglés y español) en uso alrededor del mundo. Creemos que la mayor parte de este éxito se debe a la filosofía del proyecto de ayudar a los estudiantes a pensar y actuar como científicos, dentro y fuera del salón de clases. En esta perspectiva general, el educador en astronomía Dennis Schatz, quien ha hecho más que nadie para definir y refinar el enfoque del Proyecto ASTRO a través de los años, expone las ideas claves que ayudan a nuestros participantes a trabajar con niños de la manera más efectiva y significativa.

Andrew Fraknoi
Director del Proyecto ASTRO

El siguiente es un resumen de los elementos claves de la filosofía del Proyecto ASTRO. Empezaremos con una rápida perspectiva general y después elaboraremos cada punto en el texto que sigue.

FILOSOFÍA GENERAL

El propósito principal del trabajo que hacemos en el Proyecto ASTRO es poner al estudiante en la posición de pensar y actuar como un científico.

MANERAS CLAVES DE FACILITAR APRENDIZAJE

1. Empiece por hacer una pregunta que motive a los estudiantes a querer saber la respuesta y aprender más sobre el concepto que se enseña.
2. Evalúe el conocimiento y preconcepciones que los estudiantes tienen sobre el concepto, haciendo preguntas apropiadas o realizando una actividad introductoria.
3. Tome en cuenta las habilidades de razonamiento de los estudiantes cuando decida qué conceptos va a enseñar.
4. Use los siguientes pasos para ayudar a los estudiantes a descubrir y/o entender conceptos por ellos mismos:
   a. Presente una actividad abierta, para definir la información que se necesita para contestar la pregunta que usted o los alumnos plantearon, pero donde se necesitarán más observaciones para llegar a la respuesta.
   b. Ayude a los estudiantes a desarrollar estrategias para hacer el tipo de observaciones requeridas para contestar la pregunta.
   c. Haga que los estudiantes realicen las observaciones.

BEST COPY AVAILABLE

d. Haga que los estudiantes discutan sus observaciones y guíelos en el entendimiento del concepto.
e. Haga una pregunta o plantee otro problema que evalúe el entendimiento del concepto.
f. Repita los pasos, empezando con otra actividad abierta de un tema relacionado.

5. Use una secuencia de experiencias que vayan de lo concreto a lo abstracto.
6. Incluya actividades regulares de evaluación para obtener retroalimentación inmediata sobre comprensión individual de lo que se enseña y use esta información para hacer ajustes en la enseñanza.
7. Fomente la experiencia de trabajo en grupo, donde los estudiantes reflexionan sobre su entendimiento de un concepto unos con otros, comparan sus observaciones y discuten cómo su visión del tema va cambiando.
8. Incorpore métodos interdisciplinarios para enseñar conceptos. Por ejemplo, use la astronomía para reforzar habilidades de lenguaje y matemáticas, así como para introducir ideas relacionadas y ejemplos de otros campos.
9. Incluya actividades y ejemplos que conecten los conceptos de astronomía a experiencias de todos los días.
10. Provea actividades y preguntas que motiven el uso del tiempo libre de los estudiantes para la exploración adicional de conceptos de astronomía.
11. Cubra menos, pero en mayor profundidad. En las secciones que siguen, exploraremos cada uno de estos elementos en más detalle.

PONER AL ESTUDIANTE EN LA POSICIÓN DE PENSAR Y ACTUAR COMO UN CIENTÍFICO

Si se les pregunta a los científicos qué les llama la atención sobre la ciencia, frecuentamente responden que es el proceso de descubrimiento: la búsqueda de respuestas a preguntas interesantes. Sin embargo, cuando enseñamos ciencia, a menudo pasamos la mayoría del tiempo memorizando términos y hechos, transmitiendo la idea de que la ciencia es meramente la recopilación de lo que ya se sabe. Cualquiera que haya asistido a una clase introductoria de astronomía en la universidad reconocerá este énfasis de aprender lo que se sabe, en vez de experimentar cómo llegamos a saberlo y explorar las preguntas que siguen sin respuestas.

El principio fundamental del Proyecto ASTRO es hacer que el estudiante siga el mismo proceso de descubrimiento que los científicos, incluyendo:

- obtener información sobre el tema
- hacer e interpretar observaciones para contestar la pregunta de interés
- hacer presentaciones, tanto escritas como orales, a otras personas sobre los resultados e interpretaciones

Por supuesto, los estudiantes de escuela primaria no pueden hacer estudios muy avanzados en astronomía, pero hay muchas técnicas que les pueden dar la misma experiencia, a medida que aprenden conceptos básicos de astronomía. Esta forma natural de aprender integra el desarrollo de las habilidades de razonamiento de los estudiantes, mientras se introducen conceptos que son nuevos para ellos. Provee una razón para aprender los hechos y números que a menudo se enseñan independientemente. Así como la mayoría de las personas leen libros de cocina — y memorizan los ingredientes y procedimientos asociados — porque planean usar la información para cocinar algo, los estudiantes aprenderán mejor hechos y términos astronómicos cuando tienen una razón para usarlos en un experimento o actividad.

Este enfoque de hacer que los estudiantes actúen como científicos, con experiencias basadas en actividades, no es la única forma apropiada de enseñar. Después de todo, ser un científico involucra cierto número de cosas, incluyendo no sólo hacer experimentos, sino también investigación en la biblioteca o en la red, hacer presentaciones escritas y orales en reuniones y coloquios y hasta escuchar lecciones de los expertos. Pero, como está explicado en el artículo de Cary Sneider en *El Universo a sus pies* (páginas 11-18), estudios sobre el aprendizaje de los estudiantes claramente demuestran que los alumnos entenderán, retendrán e integrarán mejor aquellos conceptos que analizan y/o descubren por sí mismos.

1. EMPIECE POR PLANTEAR UNA PREGUNTA QUE MOTIVE AL ESTUDIANTE

Fuera de la escuela, la mayoría de la gente encuentra motivación para aprender información nueva cuando la necesita para realizar una tarea o llegar a una meta específica. La astronomía motiva mucho a la gente dado el interés intrínseco que las personas tienen en el tema. La forma de motivar a los estudiantes puede ser tan simple como querer saber la edad del Universo, el orden correcto de las fases de la Luna o la naturaleza de una característica geológica en una fotografía de un planeta. Más adelante en esta sección, en el artículo titulado *Sugerencias para la enseñanza de la astronomía: Un enfoque basado en la solución de problemas* (páginas 7-10), damos más ejemplos de cómo este modo de motivar al estudiante se puede usar para introducir una secuencia de actividades de astronomía.

2. EVALUANDO EL CONOCIMIENTO Y PRECONCEPCIONES DE LOS ESTUDIANTES

Los astrónomos y maestros se sorprenden a menudo de las preconcepciones que tienen los estudiantes respecto a los fenómenos celestes. Por ejemplo, la mayoría de los niños (y adultos) creen que las estaciones son causadas por el cambio en la distancia de la Tierra al Sol y que las fases de la Luna son causadas por la sombra de la Tierra cuando cae sobre la Luna. A menos que sepa lo que están pensando los alumnos cuando usted empiece a presentar un tema, puede que no encuentre las estrategias más efectivas para ayudarlos a modificar sus ideas preconcebidas.

Es mejor averiguar lo que los alumnos están pensando pidiéndoles que demuestren sus ideas con una actividad o pregunta concreta. Por ejemplo puede pedirles que hagan una lista de todos los hechos que conocen sobre la luz, o que predigan el orden en el cual observarían seis fotografías lunares que muestran diferentes fases, o que escriban una explicación simple sobre las estaciones para estudiantes de cursos más bajos.

3. SIENDO CONSCIENTE DE LAS HABILIDADES DE RAZONAMIENTO DE LOS ESTUDIANTES

Cuando esté decidiendo qué actividades hacer, debe tener en mente que muchos estudiantes menores no tienen la habilidad de razonamiento abstracto necesaria para trabajar con algunos conceptos astronómicos (los cuales tienden a ser abstractos por naturaleza). Por ejemplo, aunque es apropiado que estudiantes de 7 años observen la Luna y determinen el orden de las fases, probablemente no será apropiado esperar que comprendan el modelo requerido para entender qué causa las fases — aunque puede ser que den las respuestas correctas sin una total comprensión.

Más detalles sobre las diferentes etapas en el razonamiento del estudiante se discuten en el artículo de Cary Sneider en *El Universo a sus pies* (páginas 11-18).

4. USANDO UNA SERIE DE PASOS EN EL APRENDIZAJE

Un elemento clave para asegurarse que los alumnos aprendieron un concepto completamente es usar una serie de pasos que reflejan la manera en que un científico aborda un problema.

A) EMPIECE CON UNA ACTIVIDAD ABIERTA

Esto es muy parecido a la situación con que se encuentran los científicos cuando hacen una nueva observación en la cual su conocimiento sobre el tema no provee una solución fácil. El elemento clave de una actividad abierta es que hay varias explicaciones razonables para lo que se observa, basadas en el conocimiento sobre el concepto que tiene el estudiante. En muchas situaciones, esta actividad también puede servir como motivación y como método de evaluación de ideas preconcebidas. Por ejemplo, puede presentarle a los estudiantes una serie de fotografías planetarias misteriosas y pedirles que identifiquen qué clase de características geológicas ven.

B) DESARROLLE ESTRATEGIAS PARA HACER LAS OBSERVACIONES NECESARIAS

Ahora que la actividad inicial ha hecho que los alumnos piensen sobre el concepto, ellos deben

realizar una actividad abierta para ampliar su conocimiento. Tal actividad puede incluir observaciones de objetos astronómicos, como mirar a la Luna durante varias noches para determinar el orden de las fases lunares u observar el movimiento de una mancha solar en imágenes del Sol, proyectadas cada día, para determinar la tasa de rotación del Sol. Puede incluir también investigación en la biblioteca o en la red. Por ejemplo: qué se necesitaría para crear un extraterrestre que pudiera vivir en otro planeta o cómo se podría hacer un folleto turístico de las Siete Maravillas del Sistema Solar.

C) USE LAS OBSERVACIONES/INVESTIGACIONES PARA ENTENDER EL CONCEPTO ENSEÑADO

En la situación ideal, las observaciones o investigación de los estudiantes les permiten alcanzar el entendimiento del concepto deseado, tal como el orden de las fases de la Luna o cómo estimamos el número de galaxias en el Universo observable. Pero en muchos casos este sería el momento de usar otros enfoques didácticos — lecciones y asignación de lecturas — con que elaborar un concepto o presentar conceptos relacionados que no se prestan a un entendimiento basado en una actividad.

D) HAGA UNA PREGUNTA O PLANTEE OTRO PROBLEMA QUE EVALÚE EL ENTENDIMIENTO DEL CONCEPTO

Esto provee una oportunidad para que usted pueda medir cuán bien han aprendido el concepto y cuánto han cambiado sus ideas preconcebidas sobre el tema. A menudo, esto puede ser la entrada para repetir ciertos pasos (como se indica abajo), como pedirle a los estudiantes que predigan cuándo ocurrirán los eclipses lunares y solares, usando los mismos materiales que usaron para hacer el modelos de las fases lunares. O puede ser la repetición de las actividades de pre-evaluación, como pedirles que escriban una explicación mejorada de las estaciones para los estudiantes de cursos más bajos.

E) REPITA LOS PASOS

Introduzca un concepto relacionado que tenga que ver con el tema a un nivel de abstracción más alto o que requiera el concepto previo como prerequisito. Por ejemplo, puede preguntar cómo se podría medir la expansión y edad del Universo como una extensión de la discusión del espectro de luz y el efecto Doppler.

5. USO DE UNA SECUENCIA DE EXPERIENCIAS QUE VAN DE LO CONCRETO A LO ABSTRACTO

Aun los pensadores más abstractos pueden no tiener el trasfondo o perspectiva conceptual general para empezar en un nivel alejado de las experiencias concretas. Si uno no tiene familiaridad con la apariencia de las galaxias, es difícil considerar los detalles de la evolución de estas. Sin un buen modelo físico del Sistema Solar y el vacío del espacio, es difícil apreciar un análisis de la probabilidad de los impactos de asteroides en la Tierra.

6. INCLUIR EVALUACIONES PERIÓDICAS

Con frecuencia, puede combinar una herramienta de evaluación con una actividad de enseñanza. Por ejemplo, si le pide a los estudiantes que están aprendiendo sobre los espectros, que identifiquen el material en una lámpara fluorescente mirando su espectro, se les está examinando en que tan bien entienden el concepto de espectro y también están aprendiendo cómo determinan los astrónomos la composición de nebulosas gaseosas distantes. El uso de actividades de "evaluación instantánea" es útil para determinar si los estudiantes comprenden el concepto presentado. Un buen ejemplo de "evaluación instantánea" es cuando se les pide a los estudiantes que sostengan sus modelos de la Luna para mostrar dónde debe estar esta en su órbita para producir un eclipse solar. Cuando todos sostienen la Luna en el mismo lugar, usted sabe rápidamente que entienden el concepto. Cuando ve personas sosteniendo el modelo de la Luna en diferentes sitios, usted sabe que se necesita más experimentación y explicación.

7. USAR EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE EN GRUPO

Trabajar como parte de un equipo puede acrecentar el aprendizaje y el conocimiento del estudiante sobre un concepto. En el mundo de la investigación científica esto se llama colaboración. Una de las primeras cosas que los científicos hacen cuando piensan en un nuevo problema o después de analizar nuevas observaciones, es hablar con sus colegas para ver si sus propias ideas tienen sentido cuando se las explican a otros. Con los estudiantes sabemos que tales interacciones con sus compañeros les dan la oportunidad de reflexión mental necesaria para ayudarlos a ir de las preconcepciones incorrectas sobre un tema a un conocimiento más apropiado.

8. INCORPORAR OTRAS DISCIPLINAS EN LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA

El uso de la lectura, la escritura, las matemáticas, el arte, etc. cuando usted enseña ciencia también refleja lo que hacen los científicos. Todos los científicos llevan algún tipo de cuaderno escrito o diario, regularmente escriben artículos científicos sobre su investigación, escriben propuestas para obtener fondos y hacen presentaciones orales en congresos científicos. El lenguaje de las matemáticas también está incluido en lo que hacen los astrónomos, ya sea en hacer gráficas de resultados de observaciones, en usar técnicas estadísticas para analizar datos o en hacer modelos matemáticos para explicar el movimiento o evolución de objetos astronómicos. De la misma manera, los estudiantes pueden conectar naturalmente sus trabajos en ciencia a otras habilidades que estén aprendiendo, ya sea lectura y escritura o arte o movimiento. (Ver *Sección 13, A través del curriculum,* con actividades que se extienden a otras disciplinas).

9. CONECTAR CONCEPTOS DE ASTRONOMÍA A LAS EXPERIENCIAS DE CADA DÍA

Puede motivar a los estudiantes al enfatizar la conexión de la ciencia con sus experiencias de todos los días. Esto se puede hacer con proyectos que van desde actividades que muestran cómo imágenes y conceptos astronómicos han influenciado el nombre de artículos de consumo, a investigaciones que exploran el porqué los letreros de neón emiten diferentes colores. También es útil recordarle a los estudiantes cómo las culturas antiguas usaron fenómenos astronómicos para marcar los ritmos de sus vidas y sentirse conectados con la naturaleza.

10. PROVEER EXPERIENCIAS QUE FOMENTAN EL USO DE SU TIEMPO LIBRE

La mayoría de las personas pasan menos del 3% de sus vidas en la escuela. Por lo tanto, la cantidad de ciencia aprendida en el salón de clases es minúscula comparada con lo que uno puede aprender si la ciencia se convierte en un interés fuera de la escuela. Ejemplos de experiencias motivadoras que fomentan el uso del tiempo libre son actividades donde los estudiantes: llevan un cuaderno o diario de la Luna, crean un modelo de un extraterrestre que puede vivir en otros planetas, o determinan cómo son las estaciones en otro país. Algunas de estas actividades motivan a los estudiantes a explorar recursos en la biblioteca o en la red, en vez de hacer otras actividades no relacionadas con la ciencia.

11. CUBRIR MENOS PERO CON MÁS PROFUNDIDAD

Debemos estar listos para reprimir nuestro deseo – algunos dirían que es nuestro entusiasmo por la astronomía – de cubrir "el Universo entero" en nuestra enseñanza. Muchos maestros (y astrónomos que visitan el salón de clases) tratan de cubrir demasiados temas durante una unidad de astronomía, con el resultado de que los estudiantes aprenden poco o nada sobre ellos. Es mucho mejor escoger algunos conceptos donde podamos, de manera real, poner a los estudiantes en la posición de un científico. Una vez que desarrollemos su entusiasmo y les demos una experiencia positiva con la ciencia, ellos pueden usar su tiempo libre (y posiblemente tomar más cursos) para aprender más sobre astronomía en los años venideros.

EN CONCLUSIÓN

Esto puede parecer como una lista desalentadora de elementos para incluir en cada experiencia de la enseñanza de astronomía. Pero uno no debe pensar en esta lista como un requisito para cada lección, sino como un conjunto de metas a alcanzar en la unidad completa de astronomía. Algunos temas se prestan a ser presentados de la manera descrita anteriormente (por ejemplo, las fases de la Luna, características planetarias, escalas de tamaño en el Sistema Solar, naturaleza de la luz, la edad del Universo, clasificación de galaxias). Dada la abundancia de temas que uno puede escoger, es mejor enfatizar estos. Sin embargo, otros temas que se pueden presentar fácilmente usando otros elementos (por ejemplo, agujeros negros, nacimiento y muerte estelar) son fascinantes para los estudiantes y no deben ser totalmente ignorados.

La idea clave para recordar es que hay que poner al estudiante en la posición de pensar y actuar como un científico, tantas veces como se pueda. A largo plazo, sus estudiantes le agradecerán por haberles dado las experiencias que dan un entendimiento real de cómo funciona la ciencia, en vez de una lista de hechos que olvidarán después del examen. Al descubrir la fascinación por la astronomía ellos mismos, probablemente seguirán la exploración del Universo en los años venideros.

Sugerencias para la enseñanza de la astronomía: Un enfoque basado en la solución de problemas

por Dennis Schatz
Pacific Science Center, Seattle, Washington
© 2000 Proyecto ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

INTRODUCCIÓN

La filosofía general del Proyecto ASTRO es, "poner al estudiante en la posición de pensar y actuar como un científico".[1] Esta filosofía es similar a los elementos fundamentales en los *Estándares nacionales de educación científica de los Estados Unidos*, los cuales afirman que debemos hacer más que enseñar acerca de los procesos usados en ciencia: observación, inferencia y experimentación. La nueva visión de los *Estándares* incluye desde luego la enseñanza del proceso científico pero, adicionalmente, sugiere que los estudiantes "combinen el proceso y el conocimiento científico al mismo tiempo que usan el razonamiento científico y el pensamiento crítico para desarrollar su compresión de la ciencia".[2]

Uno de los mecanismos más efectivos para hacer que los estudiantes desarrollen y usen sus técnicas de pensamiento científico es el enseñar astronomía adoptando un enfoque basado en la solución de problemas. Dentro de este enfoque, los estudiantes son presentados con un problema que despierta su interés y que requiere de una secuencia de actividades y/o experimentos para alcanzar una solución razonable. Lo más que se pueda, las actividades en la secuencia deben estar basadas en la investigación, de tal forma que los estudiantes están realmente en posición de pensar y actuar como científicos.

Este artículo incluye la descripción de cinco problemas astronómicos diferentes, apropiados para las edades 9 a14, seguida por una secuencia de actividades de *El Universo a sus pies* que son efectivas en ayudar a los estudiantes en la solución del problema y en entender los conceptos astronómicos asociados con este.

COSAS PARA TENER EN MENTE

Cada secuencia de actividades fue escogida para que los principios básicos y los conceptos más concretos sean introducidos en la primera actividad, seguidos por niveles más elevados y conceptos más abstractos. La secuencia culmina en una actividad que permite a los estudiantes resolver el problema expuesto.

Las actividades deben de ser realizadas durante un período extenso, generalmente unas cuantas semanas. Debe haber suficiente tiempo entre cada actividad individual para que los estudiantes realicen observaciones o investiguen acerca del tema. Aún más importante, los estudiantes necesitan tiempo para reflexionar sobre los conceptos en una actividad antes de introducir otras. Puede ser útil repasar los conceptos aprendidos en la actividad previa antes de comenzar la siguiente.

INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA

La siguiente serie de pasos es una manera efectiva para introducir cada problema, atraer a los estudiantes a pensar sobre la pregunta y hacer que entiendan sus preconcepciones acerca de las ideas asociadas con la pregunta:

1. Ponga la pregunta en una cartulina pegada a la pared, o en el pizarrón, donde los estudiantes la puedan ver fácilmente.
2. Mientras los estudiantes entran al salón, pídales que consideren la pregunta en la cartulina. Pídales que copien la pregunta en su "Cuaderno de Ciencia", o en algún otro papel al cual pueden hacer referencia a través de toda la secuencia de actividades. Haga que escriban sus ideas acerca de la respuesta, incluyendo las posibles soluciones y cómo llegaron a tal solución. Si los estudiantes están trabajando juntos, pueden discutir en grupos y comparar sus soluciones dentro de su propio grupo.
3. Una vez que los estudiantes hayan terminado de escribir, pídales que hagan un resumen de sus respuestas en una cartulina o en el pizarrón.
4. Haga que la clase discuta las diversas respuestas, propiciando el debate entre los estudiantes individuales.

CONCLUSIONES AL PROBLEMA

Para cuando usted llegue a esta etapa, posiblemente ya habrán pasado varias semanas desde que el problema fue introducido por primera vez. Para garantizar el máximo de aprendizaje, es importante repasar con los estudiantes el proceso que siguieron desde la introducción al problema hasta su solución. Los elementos claves que deben de ser incluidos en esta discusión son :

1. Haga que los estudiantes recuerden el proceso que siguieron desde la introducción al problema hasta la identificación final de la solución. Asegúrese de que los estudiantes noten la información previa y los conceptos que fueron necesarios para proseguir de una actividad a la otra, y cómo usaron varios procesos científicos y técnicas de razonamiento científico durante este proceso.
2. Compare las ideas y soluciones expuestas por los estudiantes con lo que escribieron personalmente o en la cartulina o en el pizarrón desde la introducción del problema hasta las ideas y soluciones que los estudiantes tengan al final de la secuencia de actividades. Use esto para reforzar la comprensión correcta que deben tener acerca de los conceptos importantes en las actividades.
3. Enfatice que los científicos siguen un proceso similar cuando están resolviendo problemas. Muchas veces diferentes grupos de científicos comenzarán con diferentes ideas acerca de cómo resolver el problema y con diferentes maneras de abordarlo. Con la verificación de sus ideas a través de experimentos y observación (tal como lo hicieron los estudiantes), los científicos encontrarán que algunas de las soluciones que sugirieron no tenían bases, mientras que otras son mejoradas. Finalmente, los científicos llegarán a una solución, aunque puede tomar años o décadas antes de que sus esfuerzos sean coronados con éxito.

CINCO ENFOQUES BASADOS EN PROBLEMAS

En las siguientes secciones, los números de las actividades corresponden a aquellos en *El Universo a sus pies.*

1. LAS FASES DE LA LUNA

MOTIVACIÓN:

Usted quiere ir a pescar temprano por la mañana. Su lugar favorito para la pesca está a gran distancia de su campamento, así que tiene que comenzar a caminar cuando todavía está oscuro. ¿En cuál fase (o fases) tiene que estar la Luna de tal forma que la luz lunar ilumine el camino?

SECUENCIA DE ACTIVIDADES:

Actividad 1.1, Prediciendo las fases y características de la Luna: Evalúe la compresión previa de los estudiantes acerca de las fases lunares y despierte su interés en observar la Luna, haciendo que predigan la manera correcta de ordenar y orientar seis fotografías lunares.

Actividad 1.2, Observando las fases y características de la Luna: Los estudiantes observan la Luna en el cielo durante un período de dos a cuatro semanas, para determinar el orden y la orientación de las imágenes lunares en la *Actividad 1.1.*

Actividad 1.3, Modelo de las fases de la Luna: Los estudiantes entienden qué es lo que da origen a las fases de la Luna, usando una técnica que involucra un modelo centrado en la Tierra.

ACTIVIDAD OPCIONAL:

Actividad 1.5, Revolución y rotación de la Luna: Esta actividad es útil si los estudiantes necesitan maneras adicionales para modelar el sistema Tierra/Luna de tal forma que puedan comprender las fases lunares y el movimiento de la Luna.

2. EL ORIGEN DE LAS ESTACIONES

MOTIVACIÓN:

Usted acaba de recibir fondos económicos del "Instituto Nacional para la Salud" (o del "Ministerio de Salud Pública", u otra entidad similar) para estudiar cómo afecta el número de horas de luz diurna al cuerpo humano. Usted quiere encontrar otro lugar en la Tierra que tenga aproximadamente el mismo número de horas de oscuridad que las que tenemos de luz diurna en la fecha de hoy. ¿Es esto posible, y si lo es, a dónde tendría que ir?

SECUENCIA DE ACTIVIDADES:

Actividad 2.7, Mesa redonda sobre las estaciones: Esta actividad, que consta de múltiples partes, describe una combinación apropiada de experimentos y discusiones, las cuales incluyen la exploración de:

- La variación de la distancia de la Tierra al Sol mientras la Tierra da vueltas alrededor del Sol.
- La altura que el Sol alcanza en el cielo durante el día.
- La variación en el número de horas de luz solar en diferentes días del año.

3. DETERMINACIÓN DE LA EDAD DEL UNIVERSO

MOTIVACIÓN:

Un número de estudiantes de [dé el nombre de una escuela rival] estaban discutiendo acerca de la edad del Universo. Algunos decían que tenía menos de 10,000 años, mientras otros decían que tenía 10 millones de años, y algunos pensaban que el número correcto es 25 billones de años. ¿Cuál es el mejor cálculo para la edad del Universo desde el momento de su creación en el Big Bang? ¿Cuáles son los pasos básicos que han permitido a los astrónomos estimar esta edad?

SECUENCIA DE ACTIVIDADES:

Actividad 10.1, Espectroscopios y espectrómetros: Los estudiantes construyen un espectrógrafo o espectrómetro con el fin de que cada estudiante pueda ver los espectros producidos por luz blanca. Después examinan los espectros producidos por gases, como los que los astrónomos ven en las nubes de gas interestelar (nebulosas). Comparan estos espectros con los de fuentes comunes de luz, tales como luces de semáforos, luces fluorescentes y anuncios de "neón".

Actividad 8.3, El Universo en expansión: El maestro demuestra el efecto Doppler en el sonido usando una Bola de Sonido y lo relaciona con el corrimiento hacia el "azul" y el corrimiento hacia el "rojo". Esto sirve como motivación para graficar la distancia vs. velocidad de las galaxias y para entender la ley de Hubble y usarla para calcular la edad del Universo.

ACTIVIDAD OPCIONAL:

8.4, Visualizando la expansión del espacio: Use estas actividades para visualizar mejor la expansión del Universo y entender por qué cada punto en el Universo puede ser considerado como el centro.

4. ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE GALAXIAS EN EL UNIVERSO OBSERVABLE

MOTIVACIÓN:

Escuché que algunos estudiantes en la clase del Sr. o la Sra. [dé el nombre de otro maestro o maestra de la escuela] estaban discutiendo acerca de cuántas galaxias se pueden ver con los telescopios más grandes. La única respuesta que tenían es que deberían ser billones y billones. Pero, ¿cuál es el número real? ¿Cuántas galaxias pueden ser fotografiadas con nuestros telescopios más sensibles, tales como el Telescopio Espacial Hubble?

SECUENCIA DE ACTIVIDADES:

Actividad 7.1, ¿Cuántas estrellas podemos ver?: Tomando muestras en astronomía: Use esta actividad para hacer que los estudiantes entiendan cómo los científicos aplican técnicas de muestreo para determinar el número de estrellas visibles en el cielo nocturno.

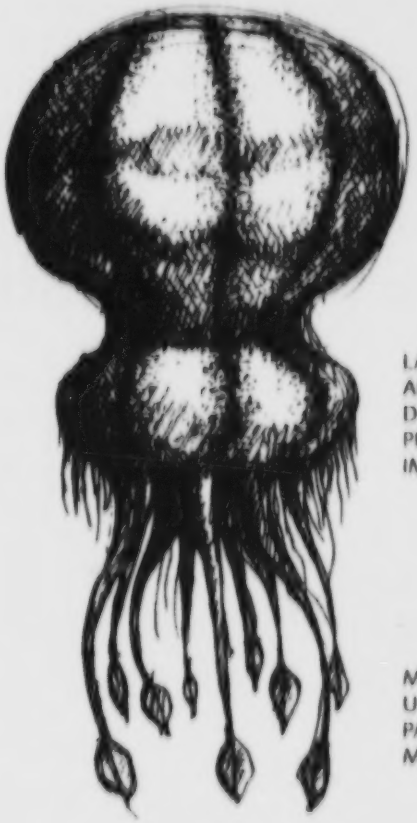
Actividad 8.5, Clasificando galaxias: Use esta actividad para separar las galaxias y clasificarlas basándose en su apariencia.

Actividad 8.6, ¿Cuántos objetos hay?: Haga que los estudiantes realizen un muestreo del número de galaxias visibles en partes del "Campo Profundo" del Telescopio Espacial Hubble, lo cual les permitará estimar el número de galaxias en el Universo observable.

5. EXPLORACIÓN PLANETARIA Y LA POSIBILIDAD DE VIDA EXTRATERRESTRE

MOTIVACIÓN:

¿Qué condiciones ambientales esperaría encontrar en el planeta donde vive la criatura dibujada abajo?



LA PROTUBERANCIA EN LA CRIATURA SE MUEVE DE ARRIBA A ABAJO. UN CHORRO DE GAS ES EMITIDO DE LA PARTE DE ABAJO MIENTRAS QUE LA PROTUBERANCIA SE MUEVE HACIA ABAJO, IMPULSANDO A LA CRIATURA HACIA ARRIBA.

MARCAS LUMINISCENTES SOBRE UN COSTADO DE LA CRIATURA PARPANDEAN INTERMITENTEMENTE MIENTRAS LA CRIATURA SE MUEVE.

SECUENCIA DE ACTIVIDADES:

Actividad 3.5, ¿Qué sabes de los planetas?: Los estudiantes aprenden más acerca de los diferentes planetas en nuestro Sistema Solar a través del uso de gráficas y diagramas de Venn para clasificar las caracteríticas de los planetas.

Actividad 9.3, Inventa un extraterrestre: Los estudiantes inventan y construyen modelos tridimensionales de criaturas extraterrestres para que vivan en planetas con diferentes condiciones ambientales.

ACTIVIDADES OPCIONALES:

El desarrollo de la siguiente secuencia de actividades se basa en el tema de la búsqueda de vida extraterrestre:

Actividad 10.3, Imágenes digitales: Los estudiantes ven como una señal de radio puede resultar en una imagen visual bidimensional.

REFERENCIAS

1. *"The Project ASTRO Educational Philosophy", More Universe at Your Fingertips*, Ed. Andrew Fraknoi y Dennis Schatz, Astronomical Society of the Pacific, 2000.

2. *National Science Education Standards*, National Academy Press, 1996, p. 105.

Aprendiendo astronomía

Ideas de la investigación y la práctica

por Cary Sneider
Lawrence Hall of Science
University of California, Berkeley

IDEAS CLAVES EN "APRENDIENDO ASTRONOMÍA"

- Si tenemos paciencia, los estudiantes pueden desarrollar habilidades de investigación mientras aprenden conceptos fundamentales en astronomía.
- Muchos estudiantes tienen conceptos erróneos acerca de ideas aparentemente simples, como la forma esférica de la Tierra, las fases de la Luna y las estaciones. Hoy en día, los educadores están de acuerdo en que es importante hacer explícitas las "teorías privadas" de los estudiantes antes de que tenga lugar el aprendizaje real.
- Es probable que a los estudiantes que no son suficientemente maduros para cierto tipo de razonamientos les sea difícil entender ciertos conceptos. Por ejemplo, a los niños pequeños les resulta difícil imaginar las cosas desde otro punto de vista.
- Los dibujos (de dos dimensiones) pueden crear malentendidos. El permitirle a los estudiantes manipular modelos tridimensionales es más efectivo para ayudarlos a comprender ciertos fenómenos.
- Los estudiantes necesitan construir su propia comprensión del Universo a través de la observación, la manipulación de modelos y la confrontación de sus propias teorías.

Como muchos maestros jóvenes, yo era una rebelde. Cuando, en el cuarto grado, estudié astronomía por primera vez, aprendí los nombres de la Osa Mayor y de Orión. Mi clase de física en la secundaria incluía algo de astronomía, un poco más avanzada, pero le dedicamos muy poco tiempo. Después, en la universidad, experimenté el entusiasmo de la investigación en astronomía y tomé la decisión de que en el salón de clase yo no les enseñaría simplemente astronomía a mis estudiantes: ¡les enseñaría cómo ser astrónomos!

No esperaba, desde luego, que mis estudiantes se convirtieran en astrónomos profesionales, pero sí que hicieran el tipo de cosas que los astrónomos hacen. Quería que observaran el Sol, la Luna y las estrellas, que anotaran sus observaciones, identificaran patrones en sus datos, usaran instrumentos científicos para extender sus sentidos y construyeran modelos para explicar los fenómenos descubiertos. En aquel entonces me parecía que estas destrezas de investigación eran más importantes que la comprensión de conceptos descubiertos por otros.

Finalmente, después de más de 20 años de dar clase, desarrollar curriculum y hacer investigación en la enseñanza de la astronomía, he llegado a la conclusión que no existe una dicotomía entre enseñar astronomía a los estudiantes y enseñarles a ser astrónomos. Es importante que los estudiantes aprendan técnicas de investigación pero también

que entiendan conceptos claves en astronomía. Lo que unifica estos dos objetivos es la paciencia.

Paciencia en la enseñanza de la astronomía significa descartar la idea de que si tan sólo le dijeramos "la verdad" a los estudiantes, estos entenderían conceptos tales como la gravedad y las estaciones y las fases de la Luna y les iría muy bien en sus exámenes. En su lugar, necesitamos permitirle a los estudiantes que observen y le busquen significado a sus propias observaciones, y que reflexionen sobre las explicaciones de fenómenos astronómicos. Necesitamos mantener claros ciertos conceptos fundamentales en las actividades que diseñamos para los estudiantes, pero también necesitamos descartar la idea de que todos nuestros estudiantes alcanzarán el mismo nivel de comprensión para cuando hayamos terminado la unidad.

Si tenemos paciencia, nuestros estudiantes asimilarán las destrezas que los astrónomos utilizan para observar, encontrar patrones y explicar lo que ven en el cielo, al mismo tiempo que gradualmente aprenden los conceptos fundamentales de la astronomía. Los dos objetivos son complementarios, porque los estudiantes comprenderán y recordarán mejor los conceptos si los aprenden actuando como astrónomos.

A pesar de que son los maestros en los salones de clase los que ayudan a los estudiantes a alcanzar estos objetivos, los astrónomos profesionales y aficionados pueden ser muy útiles si comparten lo que hacen y se interesan en las actividades y discusiones dirigidas por los maestros. Teniendo en mente ambos grupos, me gustaría ofrecer algunas ideas que se me han ocurrido a través de la investigación y la práctica en la enseñanza de astronomía.

ENTENDIENDO LA FORMA DE LA TIERRA Y LA GRAVEDAD

Mi familiaridad con conceptos erróneos en astronomía comenzó hace más de una década, en un simposio presentado por Joseph Nussbaum, un educador de Israel cuyas investigaciones mostraron que, cuando los estudiantes del tercero al octavo grado decían que la Tierra era "redonda", tenían en mente ideas muy distintas sobre lo que esto significaba. Por ejemplo, algunos pensaban que la Tierra es redonda como un disco, y que Cristobal Colón navegó alrededor de ella, como alrededor de una isla. Otros, cuando decían que la Tierra es redonda, se referían al lugar donde van los astronautas, que no es el mismo lugar plano donde vivimos. Y otros pensaban que, efectivamente, la Tierra es redonda, pero vivimos "en la parte plana, en el centro". El Dr. Nussbaum se dio cuenta que muchos estudiantes que sí entendían el concepto de la redondez de la Tierra, estaban bastante confundidos acerca de la gravedad. Muchos se preguntaban, "si realmente hay gente que vive allá abajo, en el otro lado del mundo, ¿por qué no se caen?" Tales ideas acerca de la forma de la Tierra y la gravedad eran compartidas por la mayoría de los estudiantes de escuela primaria, ¡y por aproximadamente 25% de los estudiantes del octavo grado!

Cuando acudí al simposio del Dr. Nussbaum, llevaba varios años dando clase y era estudiante de posgrado en educación. Cuando comenté los resultados con otros maestros, estos reaccionaron con indignación ante semejantes ideas. Por esto, decidimos realizar una investigación para determinar si los estudiantes en el área de la Bahía de San Francisco tenían las mismas ideas acerca de la forma de la Tierra y la gravedad. Entrevistamos a 182 estudiantes del cuarto al noveno grado. No sólo confirmamos los resultados de estudios previos, sino que también encontramos que ciertas ideas erróneas, especialmente acerca de la gravedad, persistían aun en la secundaria. Comparamos nuestros resultados con otros estudios y encontramos que los estudiantes en California comparten las mismas ideas erróneas con estudiantes en otras partes del mundo, como Nueva York, Israel y Nepal.

Aprovechando la oportunidad de entrevistar a tantos estudiantes, decidimos preguntarles acerca de

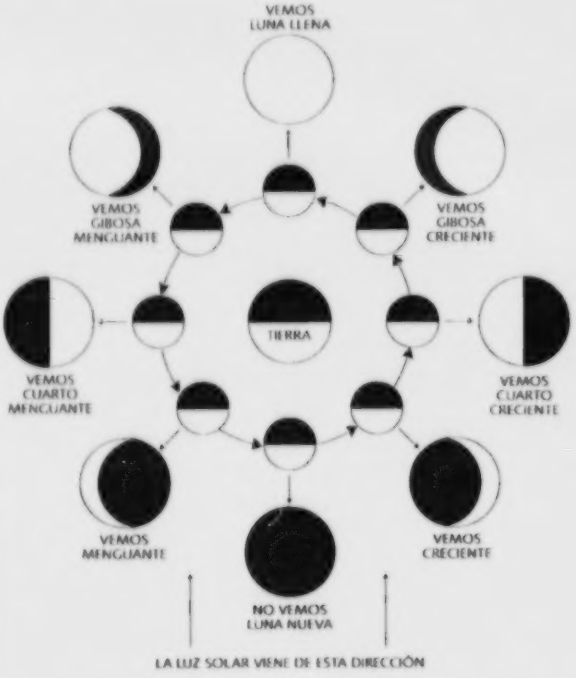
otros temas en astronomía. No nos sorpendió que los estudiantes más jóvenes expresaran ideas erróneas, pero nos quedamos perplejos al encontrar que muchos estudiantes del octavo y noveno grado no comprendían algunas de las ideas más simples que han leído en sus libros de texto año tras año. Por ejemplo, muchos dijeron que las estrellas son pequeños puntos de luz, y algunos hasta creían que eran "chispas", pedacitos que se habían desprendido del Sol. En cuanto a la Luna, muchos atribuían la forma creciente a la sombra de la Tierra (lo cual es cierto sólo durante un eclipse lunar) o a nubes.

Los maestros que participaron en el estudio trabajaron conmigo para desarrollar y evaluar actividades para el salón de clase que intentaran corregir estas ideas erróneas. Con el paso de los años, alguna de las mejores actividades que desarrollamos fueron a dar al programa GEMS (así llamado por las iniciales en inglés de Grandes Exploraciones en Matemáticas y Ciencia), del Lawrence Hall of Science. El resultado fue una guía para maestros llamada "Tierra, Luna y estrellas". Las actividades en esta guía ayudan a los estudiantes a comprender el concepto de que la Tierra es esférica, de tal forma que lo puedan usar como modelo para resolver problemas y para hacerse más preguntas. También les ayuda a entender otros fenómenos, como las fases de la Luna y el aparente movimiento diario de las estrellas a través del cielo. Una de las actividades de "Tierra, Luna, y estrellas" está en este libro: *Actividad 3.1, La forma y gravedad de la Tierra.*

¿POR QUÉ TIENEN IDEAS ERRÓNEAS LOS ESTUDIANTES?

El aprender acerca de las ideas erróneas de los estudiantes naturalmente nos hace preguntarnos de dónde vienen estas ideas. ¿Por qué tienen los estudiantes dificultades en comprender simples conceptos en astronomía, a pesar de que estos conceptos han sido explicados una y otra vez, año tras año? ¿Por qué inventan explicaciones raras y las prefieren a las que encuentran en sus libros de texto? ¿Por qué algunos parecen comprender estas ideas más claramente que otros?

Varios tipos de explicaciones han sido ofrecidos por investigadores en educación. Un punto de vista es que los estudiantes desarrollan sus capacidades mentales conforme maduran, y que los estudiantes que aún no son lo suficiente maduros para cierto tipo de razonamiento van a tener dificultades en comprender ciertos conceptos. El investigador más asociado con este punto de vista es el psicólogo suizo Jean Piaget. Piaget creía que las personas se desarrollan a través de una serie de "estados" cada



(Fuente: The Universe in the Classroom, Astronomical Society of the Pacific, *Invierno 1998-89, página 1)*

BEST COPY AVAILABLE

vez más sofisticados. La mayoría de los estudiantes de primaria se encuentran en el estado "concreto", en el que pueden razonar acerca de objetos concretos, pero tienen dificultad con ideas abstractas. La mayoría de los estudiantes de secundaria están al nivel de "operaciones formales", en el que son capaces de razonar de manera abstracta. Las diferencias entre ellos son debidas en parte a diferentes grados de madurez.

Por ejemplo, considere las fases de la Luna, las cuales frecuentemente se explican en los libros de texto con un diagrama bastante complejo de la Tierra y la Luna, como el que se muestra en la figura de la página anterior. Tales dibujos no sólo muestran las posiciones de los cuerpos, sino también la vista de la Luna para una persona parada en la Tierra. Para muchos estudiantes, un diagrama de este tipo es demasiado abstracto, y hace que recurran a una explicación concreta que han aprendido antes, tal como el paso de la Luna por la sombra de la Tierra (lo que explica los eclipses lunares pero no las fases).

Lo que es especialmente útil de la teoría de Piaget es que sugiere una manera de comunicar conceptos difíciles: encontrar cómo presentarlos desde el punto de vista de los estudiantes, usando, de ser posible, objetos concretos. La manera en que esta idea es aplicada a la enseñanza de las fases de la Luna es llevando a los estudiantes a un cuarto oscuro con una luz intensa que represente el Sol. Dígales que su cabeza representa la Tierra, y dele una pelota a cada estudiante para representar la Luna. Mientras mueven la Luna en "órbita" alrededor de sus cabezas, los estudiantes ven la Luna en todas sus fases. También ven la Luna Llena entrar a la sombra de la Tierra, creando un eclipse lunar, y saliendo como una Luna Llena del otro lado de la sombra. Esta actividad concreta ayuda a los estudiantes a ver ambas cosas, las fases y los eclipses, en el mismo modelo, y separa claramente las dos explicaciones. (vea la *Actividad 1.3, Modelos de las fases de la Luna* y *Actividad 1.4, Modelos de eclipses* en este libro)

Inclusive los adultos que están aprendiendo algo nuevo, tienden a aprender más fácilmente si las técnicas de enseñanza son concretas. Esto es evidente de las reacciones de muchos maestros durante nuestros talleres de trabajo, quienes dicen que finalmente entienden las fases de la Luna y los eclipses cuando tienen una oportunidad de usar un modelo concreto de la Tierra, Luna y Sol.

Al nivel de secundaria, otra idea errónea muy común surge cuando tratamos de enseñar a los estudiantes acerca del diagrama H-R. En "Enseñanza efectiva de astronomía y la habilidad de razonamiento del estudiante," Dennis Schatz se refiere a la teoría de Piaget para explicar una idea errónea común acerca del diagrama Hertzsprung-Russell (H-R). El diagrama H-R muestra la luminosidad de las estrellas (o el brillo observado a una distancia patrón) como función de su color (el cual es un indicador de su temperatura). A través de observaciones y simulaciones, los astrónomos han inferido historias típicas en la evolución de las estrellas, las cuales se pueden representar como "movimientos" en el diagrama H-R. A medida que una estrella evoluciona, su brillo y temperatura cambian, y por lo tanto cambia su posición en el diagrama H-R. Cuando estas ideas son explicadas a estudiantes de secundaria, muchos creen que las estrellas se mueven físicamente en el diagrama ¡como si fuera un mapa de una región del espacio! Tienen enormes dificultades en reconocer que el diagrama representa dos cantidades relacionadas —luminosidad y temperatura — y que el "movimiento" en el diagrama representa un cambio en estas cantidades. Una manera de explicar el origen de esta dificultad es suponer que los estudiantes están en el nivel concreto. Perciben el diagrama H-R como una figura de algo que puede moverse, no como una representación abstracta de dos cantidades que están cambiando. Es un reto para los maestros de secundaria el encontrar una manera de enseñar correctamente el diagrama H-R.

No todos los psicólogos creen que los estudiantes maduran a través de estados significativamente diferentes. Robert Gagné es uno de un número de psicólogos que han publicado teorías según las cuales el desarrollo intelectual es el resultado del aprendizaje (y no el prerequisito del aprendizaje, como lo sugiere Piaget). En otras palabras, mientras más sabe uno, más fácil es obtener conocimiento.

En mi opinión, ambos tienen algo de razón. Los estudiantes parecen pasar ciertos umbrales a medida que crecen y maduran, después de los cuales pueden comprender conceptos más abstractos y complejos.

Por otro lado, parece que mientras más saben de ciencia los estudiantes, más pueden hacer. Por ejemplo, el aprender el concepto de "experimento controlado" abre nuevos panoramas a nuestros jóvenes investigadores.

ALGUNAS IDEAS SOBRE CÓMO APRENDEN LOS ESTUDIANTES

Desde luego, ya existían buenos maestos antes de que hubiera teorías sobre el aprendizaje. Como maestros, probablemente todos tenemos ideas sobre cómo aprenden mejor los estudiantes, y por qué algunos de ellos aprenden ciertos conceptos más fácilmente que otros. El ser conscientes de nuestras propias teorías de aprendizaje puede proporcionar ideas útiles para el salón de clase. Las siguientes son algunas de las ideas propuestas por investigadores y maestros. Son presentadas aquí con la esperanza de que usted las encuentre útiles al enseñar astronomía.

Idea #1. *Con frecuencia los estudiantes forman nuevos conceptos a través de la combinación de sus creencias previas y de lo que el maestro les dice.* Por ejemplo, la Tierra no se ve como una pelota, se ve plana. Por lo tanto, cuando los maestros dicen que la Tierra es redonda como una pelota, los estudiantes inventan un modelo ingenioso y lógico, para que puedan seguir creyendo en sus ideas previas. Uno de estos modelos, descrito por algunos estudiantes de secundaria, es que "la Tierra es redonda como una pelota, pero nosotros vivimos en la parte plana de adentro". Como maestro, es importante que usted conozca las ideas que los estudiantes tienen, antes y después de enseñar nuevo material. Haga preguntas, involucre a los estudiantes en discusiones, o deles un problema para que lo resuelvan. Se sorprenderá de las variadas y creativas maneras en que los estudiantes mezclan lo que usted pensaba eran conceptos simples con sus ideas previas. Un buen ejemplo de cómo hacer esto es la *Actividad 3.1, La forma y gravedad de la Tierra*, en la cual los estudiantes intentan dar respuesta a varias preguntas acerca de la redondez de la Tierra y la Tierra "plana" de su experiencia diaria.

Idea #2. *Los estudiantes necesitan "desaprender" conceptos erróneos antes de que puedan aprender conceptos nuevos.* Ya que los estudiantes invariablemente traen ideas al salón de clase, es importante darles tiempo para que las discutan — sin importar que tan extrañas sean — antes de que puedan integrar nuevos conocimientos. En nuestro estudio, los estudiantes no se tomaban a la ligera sus ideas acerca de la forma de la Tierra. ¡Realmente creían en ellas! No fue sino hasta que tuvieron la oportunidad de discutir y debatir sus ideas con otros estudiantes que empezaron a buscar un modelo nuevo que tuviera sentido para todos. Aún así, no todos renunciaron a sus ideas, a pesar de que después de las discusiones abiertas proporcionamos explicaciones de "lo que los científicos creen hoy en día." Para ser educadores, necesitamos tener paciencia y la creencia de que nuestros estudiantes eventualmente reestructurarán su propio pensamiento y con el tiempo corregirán sus ideas erróneas, siempre y cuando sembremos las semillas del auto-examen y la reflexión. Una buena demostración de cómo hacer esto es *la Actividad 3.2, ¿Cuál es la forma de la Tierra?* En esta actividad los estudiantes evalúan sus predicciones acerca de cómo se ven las sombras en una Tierra plana o en una redonda.

Idea #3. *Los estudiantes necesitan observar y anotar lo que ven, encontrar e interpretar patrones, hacer predicciones y formular explicaciones lógicas para sus propias observaciones.* No es una coincidencia que el filósofo natural de la Antigua Grecia, Parménides, quien es considerado una de las primeras personas en reconocer que "el Sol presta su luz a la Luna", fue uno de los primeros en proponer que la Tierra tiene forma de pelota. De la misma manera, a los estudiantes se les facilita entender que la Tierra es una pelota cuando aprenden acerca de la Luna. Las *Actividades 1.1* y *1.2* proporcionan una excelente serie para estudiar las fases de la Luna. En estas dos actividades los estudiantes predicen primero el orden de las fases y después observan la Luna durante un mes para confirmar sus predicciones. Además, propocionan sus propias explicaciones de la razón de las fases. El realizar tales observaciones e intentar proporcionar explicaciones es un paso importante para los estudiantes — antes de que el maestro o el libro de texto les trate de explicar el fenómeno.

Idea #4. *Los niños pequeños tienen dificultades viendo cosas desde otro punto de vista.* El concepto de que la Tierra tiene la forma de una pelota es frecuentemente presentado mostrando un globo a

los estudiantes y pidiéndoles que se imaginen que son hormigas caminando sobre el globo. Desde el punto de vista de la hormiga el globo es plano; pero desde nuestro punto de vista el globo tiene la forma de una pelota. La habilidad de imaginar algo desde otro punto de vista se desarrolla gradualmente. La mayoría de lo niños de primero y segundo grado no puede hacerlo y, por lo tanto, para ellos la discusión de la forma esférica de la Tierra no tiene mucho sentido. En astronomía enseñamos muchas cosas que requieren que los estudiantes vean la Tierra, la Luna, el Sol o los planetas desde afuera, en el espacio, así que no es de sorprenderse que algunos tengan dificultad en comprenderlas. Lo mejor es esperar a que los niños tengan la edad necesaria para aprender estos conceptos o diseñar una lección en la cual ellos puedan ver el fenómeno desde su propio punto de vista.

Idea #5. *Las teorías de los estudiantes acerca de ciertos fenómenos están relacionadas con sus teorías sobre otros fenómenos.* Por ejemplo, en nuestro estudio nos dimos cuenta de que sus teorías acerca de la forma de la Tierra y la gravedad afectaban su comprensión de la fases de la Luna y las estaciones. Esto no es una sorpresa, ya que las ideas están relacionadas. Algunos investigadores han sugerido que la comprensión de los estudiantes es fragmentada y está pobremente desarrollada, de tal forma que sus explicaciones no necesitan ser consistentes. Sin embargo, una serie de estudios realizados por Vosniadou y Brewer ha confirmado nuestras observaciones de que las teorías de los estudiantes son casi tan consistentes como las teorías de los científicos. Esto significa que si tienen ideas erróneas acerca de conceptos básicos como la forma de la Tierra, también tendrán ideas erróneas acerca de muchos otros conceptos. Estudie las respuestas de sus estudiantes a las diferentes actividades en este libro y trate de entender estas en el contexto de sus propios puntos de vista.

LOS ESTUDIANTES CONSTRUYEN SUS PROPIAS IDEAS ACERCA DEL UNIVERSO

Todas las ideas anteriores llevan a una conclusión: los estudiantes construyen sus propias ideas acerca del Universo. Aunque como maestros podemos ayudarles en esta empresa, no podemos hacerlo por ellos. Decirles no es suficiente. Los estudiantes tienen que hacer sus propias observaciones, manipular modelos y explorar sus propias teorías. Si queremos que nuestros estudiantes continúen con aspiraciones científicas más allá del salón de clase tenemos que asegurarnos de que el proceso no sólo sea educativo, sino también divertido.

Estas ideas son reforzadas en un video titulado *A Private Universe*, creado por un grupo de astrónomos y educadores en el *Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics* (que se puede obtener a través del catálogo de la ASP). En el video, se les pide a profesores y estudiantes de Harvard que expliquen las causas de las estaciones. ¡Es sorprendente ver que ni los profesores ni los estudiantes de ciencia pueden dar una razón astronómica precisa! Las mismas ideas erróneas son expresadas por estudiantes de una escuela secundaria cercana. (La mayoría cree que la causa del verano y del invierno es el cambio en la distancia entre la Tierra y el Sol. De hecho, es la inclinación del eje de la Tierra lo que causa las estaciones). El video ilustra algunas de las ideas erróneas que los estudiantes mantienen firmemente y muesta qué tan difícil es convencerlos de ideas diferentes. Una nota de esperanza en el video es que, como resultado de discusiones, los estudiantes cambian algunas (aunque no todas) de sus ideas erróneas.

El video es desalentador si emprendemos la enseñanza de la ciencia con la intención de que todos los estudiantes aprendan todo lo que tenemos que enseñarles. Si, por otro lado, enfocamos el aprendizaje con la actitud de que habremos tenido éxito si cambiamos las ideas de algunos estudiantes sobre algunos temas, podemos mejorar su comprensión conceptual y sus habilidades para observar el cielo, distinguir patrones e interpretar sus observaciones, tal como astrónomos de verdad. Después de todo, Galileo no descubrió las órbitas de las lunas de Júpiter con una sola sesión de observación.

Desde luego, el mismo sentimiento se extiende al uso de este libro. El resto de *El Universo a sus pies* contiene una gran cantidad de actividades que proporcionarán a sus estudiantes una mejor compresión del vasto Universo a su alrededor, ¡pero sería un error el intentar realizarlas todas durante este año! Comience con las que se sienta más cómodo y con las que encajan en su plan general. Cada año puede añadir varias actividades nuevas y descartar aquellas que sean menos atractivas. En corto tiempo tendrá un excelente programa de astronomía para sus estudiantes.

LOS MAESTROS PUEDEN AYUDAR A LOS ESTUDIANTES A CORREGIR IDEAS ERRÓNEAS

Quisiera terminar este artículo con un estudio adicional que muestra que los estudiantes pueden cambiar su comprensión de conceptos erróneos. En este caso, la lección que funcionó fue una lección-actividad en la cual los estudiantes observaron fenómenos desde su propio punto de vista y después recibieron ayuda del maestro para extender su comprensión, ¡hasta la órbita de la Luna!

Hace algunos años tuve una visitante, Varda Bar, una profesora de la Universidad Hebrea en Jerusalem, cuya carrera cubre los campos de la astrofísica y la investigación en educación. La profesora Bar me comentó acerca de una idea errónea muy interesante que había encontrado. Muchos estudiantes creen que el aire es necesario para el funcionamiento de la gravedad. Como ella lo señaló, esto tiene sentido desde el punto de vista de los estudiantes. Las ondas de agua necesitan agua, las ondas de sonido necesitan aire, y por lo tanto, la gravedad debe necesitar algo para propagarse. Esta idea es reforzada cuando los estudiantes ven películas de astronautas moviéndose en sus cápsulas. "No hay aire en el espacio", razonan, "y por lo tanto tampoco hay gravedad".

La Dra. Bar estuvo Berkeley algunos meses para que conducir con nosotros un estudio sobre el aprendizaje con dos grupos de estudiantes de sexto grado. Nuestra asistente fue Nathalie Martimbeau, una estudiante de doctorado. Entrevistamos a estudiantes y les dimos cuestionarios por escrito. Encontramos que el 65% de los estudiantes creía que sin aire no hay gravedad. Después del cuestionario, dimos una clase en la cual los estudiantes observaron las trayectorias de pelotas rodando sobre mesas. Los estudiantes no tuvieron ningún problema en explicar las trayectorias de las pelotas como consecuencia de su movimiento y la gravedad. Con algunas diapositivas ayudamos a los estudiantes a entender la idea de que una pelota golpeada fuertemente podría entrar en órbita. Motivamos a los estudiantes a discutir y debatir sus diversas ideas acerca del papel de la gravedad en la órbita de la pelota en el espacio, donde no hay aire. Finalmente, los ayudamos a entender la idea de un satélite espacial y de la Luna en órbita alrededor de la Tierra. Cada vez, discutimos cómo la órbita era causada por ambos factores, el movimiento del objeto y la gravedad, a pesar de no haber aire. Después de la clase, examinamos nuevamente a los estudiantes y encontramos que el 65% que creía que uno necesita aire para tener gravedad se había reducido al 21%.

Este estudio es alentador. Muestra que muchos estudiantes pueden librarse de las ideas erróneas en un tiempo relativamente corto, si se les proporcionan experiencias concretas, oportunidades para discutir sus teorías con otros estudiantes, y, desde luego, la ayuda de un maestro paciente y con los conocimientos necesarios.

REFERENCIAS

Si usted está interesado en la investigación y la teoría de la manera en que los estudiantes aprenden astronomía, puede consultar los siguientes estudios y artículos.

"A Private Universe," un video producido por el Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, disponsible de ASP.

Bar, Varda, Sneider, Cary, and Martimceau, Nathalie, "Does Gravity Need Air?" *GEMS Network News*, Otoño/Invierno, 1993, *LHS Quarterly*, Otoño, 1994.

Lightman, Alan, and Sadler, Philip, "The Earth is Round? Who are You Kidding?" *Science and Children*, Febrero, 1988, 24-26.

Bussbaum, Joseph and Novak, Jerome, "Children's Conceptions of the Earth as a Cosmic Body: A Cross-Age Study," *Science Education*, 1979, Vol. 63, no.1, 83-93

Rohwer, William D., Ammon, Paul R., and Cramer, Phebe, *Understanding Intellectual Development: Three Approaches to Theory and Practice*, 1974, Hinsdale, IL: The Dryden Press.

Schatz, Dennis, Fraknoi, Andrew, Robbins, Robert, and Smith, Charles, *Effective Astronomy Teaching and Student Reasoning Ability*, Lawrence Hall of Science, University of California, Berkeley, CA. (Agotado, pero disponsible en bibliotecas.)

Sneider, Cary and Pulos, Steven, "Children's Cosmographies: Understanding the Earth's Shape and Gravity," *Science Education*, 1983, Vol. 67, no. 2, 205-221.

Sneider, Cary, et. al. "Understanding the Earth's Shape and Gravity," *Learning '86*, Febrero, 1986, Vol. 14, no. 6.

Vosniadou, Stella, and Brewer, William F., "Theories of Knowledge Restructuring in Development." *Review of Educational Research*, Primavera, 1987, Vol. 57, no. 1, 51-67.

Vosniadou, Stella, "Knowledge Acquisition and Conceptual Change," *Applied Psychology: An International Review*, 1992, Vol. 41, no. 4, 347-357.

Vosniadou, Stella, and Brewer, William F., "Mental Models of the Earth: A Study of Conceptual Change in Childhood," *Cognitive Psychology*, Vol. 24, 535-585.

Vosniadou, Stella, "Universal and Culture-Specific Properties of Children's Mental Models of the Earth," in *Domain Specificity in Cognition and Culture*, editado por Hirschfield and Gelman, Cambridge University Press.

Vosniadou, Stella, and Brewer, William F., "Mental Models of the Day/night Cycle," *Cognitive Science*, en prensa.

REFORMA EDUCATIVA Y LAS NORMAS PARA CIENCIA:

IMPLICACIONES PARA LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA

por Dennis Schatz
Pacific Science Center, Seattle, Washington
© 2000 Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

INTRODUCCIÓN

Las normas de los EEUU para la enseñanza de la ciencia (conocidas por el acrónimo NSES, por su nombre en inglés: National Science Education Standards), desarrolladas por el National Research Council, se estaban escribiendo cuando se publicó por primera vez *El Universo a sus pies*. Ahora que ya han estado en circulación por algún tiempo, podemos ver qué tienen que decir sobre aquellos de nosotros dedicados a la enseñanza de la astronomía a estudiantes con edades de los 5 a 17 años y en grados desde la escuela primaria a la universidad. Estas normas son guías, ya que los Estados Unidos no tiene un currículo nacional unificado como la mayoría de los otros países. En los EEUU — para bien o mal — el control de la educación es local, lo que significa que la mayoría de los estados han desarrollado sus propias normas, con los distritos escolares diseñando sus propias reglas basadas en las recomendaciones del estado.

En algunos casos esto ha significado la adopción de partes sustanciales de las NSES, pero en la mayoría de los casos las NSES han servido sólo como un recurso para los estados en el desarrollo de sus propias normas. Los estados también usan las pautas establecidas por el Proyecto 2061 de la Asociacion Americana para el Avance de la Ciencia (*American Association for the Advancement Of Science — AAAS — Project 2061 Benchmarks for Science Literacy*) como otro importante recurso para estos esfuerzos.

El currículo específico que se enseña en el salón de clases es responsabilidad de cada distrito escolar. Aún más, en algunos lugares varía entre las escuelas individuales dentro del distrito (la expresión máxima de lo que significa "control local"). A pesar de que esto ha resultado en una gran variedad de currículos, hay ciertas tendencias generales a través del país. Es justo decir que muchas de estas tendencias son el resultado del uso de las NSES y el Proyecto 2061 como guías para la enseñanza de la ciencia.

Estas guías no son currículos en el sentido formal (especificando qué se debe enseñar en un salón de clases), sino sugerencias de conceptos, contenido y habilidades que se supone que los estudiantes deben tener en grados específicos. Se usan para determinar cuál es el contenido de ciencia específico que se debe adoptar.

La filosofía del Proyecto ASTRO, expresada en el artículo anterior a este, está basada en las mismas ideas y conceptos que son la base de las NSES y el Proyecto 2061. Estos conceptos e ideas provienen de investigaciones sobre la manera en que los estudiantes aprenden ciencia y qué podemos hacer para que el proceso de enseñanza sea más efectivo.

¿Qué podemos aprender nosotros, los educadores, de las NSES y el Proyecto 2061?

Algunas de las implicaciones claves de estos estudios para la instrucción en astronomía se resumen abajo:

1. CÓMO enseñamos es tan importante como LO QUE enseñamos: lo uno no se debe considerar sin lo otro.
2. Debemos enseñar menos, pero con mayor profundidad.
3. Hay una abundancia de temas en astronomía que se pueden enseñar. Lo difícil será decidir qué partes del Universo no queremos cubrir.
4. Ciertos contenidos de la astronomía deben ser entendidos por los estudiantes (p.ej., que los objetos en el Sistema Solar tienen movimientos regulares y predecibles), pero también es importante que ayudemos a los estudiantes a entender los conceptos básicos que ocurren en todos los temas relacionados con la ciencia (ej., cómo usan los científicos la evidencia observacional o qué son modelos científicos.)

En las secciones que siguen examinaremos estas implicaciones en más detalle y comentaremos en algunas de las NSES para cada nivel.

CÓMO SE DEBE ENSEÑAR ASTRONOMÍA: CIENCIA COMO INVESTIGACIÓN

Tal vez el cambio más dramático para la educación en astronomía es el énfasis que las NSES le dan a la ciencia como investigación. Considere esta sección de la página 105 de la NSES:

> *"El concepto de ciencia como investigación es básico para la educación en ciencia y un principio fundamental en la organización y selección de las actividades para los estudiantes. Los estudiantes de todos los niveles y en todos los campos de la ciencia deberán tener la oportunidad de usar los métodos de la investigación científica y de desarrollar la habilidad de pensar y actuar de formas relacionadas con la investigación. Estas incluyen el hacer preguntas, planificar y llevar a cabo investigaciones, usar las herramientas y técnicas apropiadas para recolectar datos, pensar de manera crítica y lógica sobre las relaciones entre la evidencia y las explicaciones, y comunicar argumentos científicos."*

Motivar a los estudiantes a pensar en estos términos les ayuda a desarrollar:

- *Entendimiento de conceptos científicos.*
- *Una apreciación de 'cómo sabemos' lo que sabemos de la ciencia.*
- *Entendimiento de la naturaleza de la ciencia.*
- *Habilidades necesarias para ser investigadores independientes sobre el mundo natural.*
- *La disposición necesaria para usar las habilidades y actitudes asociadas con la ciencia.*

Las normas especifican lo que los estudiantes deben estar haciendo/aprendiendo durante diferentes edades (5-9, 10-13 y 14-17 años). Cada edad tiene aproximadamente una docena de enunciados concernientes a lo que los estudiantes deben hacer o saber. El grupo de normas y explicaciones se ofrecen en las NSES en la página 121 para las edades de 5 a 9 años, en la página 143 para las edades de 10 a 13 años y en la página 173 para las edades de 12 a 17 años. La siguiente es una muestra de algunas de estas sugerencias:

De 5 a 9 años

- Hacer una pregunta sobre los objetos, los organismos y los eventos en el ambiente.
- Planear y llevar a cabo una simple investigación.
- Emplear equipo sencillo y herramientas para recoger los datos y extender sus capacidades sensoriales.
- Usar los datos para construir una explicación razonable.
- Comunicar investigaciones y explicaciones.

De 10 a 13 años

- Identificar preguntas y conceptos que conduzcan a investigaciones científicas.
- Diseñar y llevar a cabo investigaciones científicas.
- Usar tecnología y matemáticas para mejorar la comunicacion y las investigaciones.
- Pensar de manera crítica y lógica para establecer la relación entre la evidencia y las explicaciones.
- Emplear explicaciones científicas que enfaticen la evidencia, que tengan una consistencia lógica, que tengan argumentos lógicos y que usen principios, modelos y teorías científicas.

De 14 a 17 años

- Identificar preguntas y conceptos que conduzcan a investigaciones científicas.
- Diseñar y llevar a cabo investigaciones científicas.
- Usar tecnología y matemáticas para mejorar la comunicación y las investigaciones.
- Formular y revisar explicaciones científicas y modelos, usando lógica y evidencia.
- Reconocer y analizar explicaciones y modelos alternos.
- Comunicar y defender un argumento científico.

De hecho, el Proyecto 2061 tiene normas similares expresadas en el capítulo *"The Nature of Science and Habits of the Mind"*.

Cada estado de los EEUU ha interpretado estas normas de manera particular, aunque manteniendo el contenido expresado por las NSES. En el estado de Washington, por ejemplo, los "Objetivos principales en la enseñanza de la ciencia" dedican una sección completa de "Aprendizaje esencial" al concepto de "El estudiante sabe y aplica las destrezas y procesos de la ciencia y la tecnología". Los elementos claves en esta sección requieren que los estudiantes:

Desarrollen las habilidades necesarias para hacer investigación científica:

- Preguntar
- Diseñar y conducir investigaciones
- Explicar
- Hacer modelos
- Comunicar sus conclusiones

Apliquen sus conocimientos de la ciencia y sus habilidades para resolver problemas:

- Identificar problemas
- Diseñar y probar soluciones
- Evaluar posibles soluciones

QUÉ SE DEBE ENSEÑAR EN ASTRONOMÍA: LAS NORMAS DE CONTENIDO DE LAS NSES

La mayoría de la gente piensa que las normas académicas son una enumeración del contenido que los estudiantes deben aprender. Las NSES incluyen sugerencias para la astronomía pero, como hemos dicho, incluyen también mucho más. El contenido de astronomía se encuentra principalmente en el área de "Ciencias de la Tierra" de las NSES:

De 5 a 9 años

- El Sol, la Luna, las estrellas, las nubes, los pájaros y los aviones tienen propiedades, sitios y movimientos que se pueden observar y describir.
- Los objetos en el cielo tienen pautas de movimiento regulares. El Sol, por ejemplo, aparenta viajar a través del cielo de la misma manera cada día, pero su trayectoria cambia lentamente durante el año. La Luna se mueve a través del cielo cada día, al igual que el Sol. La forma de la Luna parece cambiar día a día, en un ciclo que dura aproximadamente un mes.

De 10 a 13 años

- La Tierra es el tercer planeta desde el Sol, y forma parte de un sistema que incluye la Luna, el Sol, ocho planetas más y sus lunas, y objetos más pequeños como asteroides y cometas. El Sol, una estrella promedio, es el cuerpo central y más grande en el Sistema Solar.
- La mayoría de los objetos en el Sistema Solar tienen un movimiento regular y predecible. Estos movimientos explican fenómenos como el día, el año, las fases de la Luna y los eclipses.
- La gravedad es la fuerza que mantiene los planetas en órbita alrededor del Sol y gobierna el resto de los movimientos en el Sistema Solar. La gravedad nos mantiene en la superficie de la Tierra.
- Las estaciones son el resultado de las variaciones en la cantidad de energía solar en la superficie de la Tierra. Estas variaciones se deben a la inclinación del eje de rotación de la Tierra.

De 14 a 17 años

- Hace 4.6 billones de años, el Sol, la Tierra y el resto del Sistema Solar eran una nebulosa de polvo y gas.
- El origen del Universo sigue siendo una de las preguntas más profundas de la ciencia. La teoría del Big Bang coloca el origen del Universo de 10 a 20 billones de años atrás; de acuerdo a esta teoría, el Universo se ha expandido continuamente desde su origen.
- Al comienzo de la historia del Universo, la materia, principalmente los átomos de hidrógeno y helio, se condensaron debido a su atracción gravitacional, para formar las estrellas. Billones de galaxias, cada una compuesta de billones de estrellas, forman la mayoría de la masa visible en el Universo.
- Las estrellas producen su energía en reacciones nucleares, principalmente la fusión del hidrógeno para formar helio. Este y otros procesos en las estrellas han llevado a la formación de todos los demás elementos.

Cada norma de contenido en las NSES también provee una perspectiva general de la manera en que los estudiantes deben desarrollar su conocimiento sobre estos temas. Por ejemplo, la norma de contenido para las edades de 5 a 9 años sugiere:

- Al observar regularmente el cielo de día y de noche, los niños con edades entre los 5 y los 9 años aprenderán a identificar secuencias de cambios, tales como el movimiento de la sombra de un objeto durante el curso de un día y las posiciones del Sol y la Luna. Pueden dibujar la forma de la Luna para cada noche en un calendario y determinar la manera en que cambia a lo largo de varias semanas. Este conocimiento debe limitarse a las observaciones, las descripciones y el hallazgo de patrones.
- Los intentos de extender este conocimiento a explicaciones, con el uso de modelos, estarán limitado por la inhabilidad de los niños para entender que la Tierra es aproximadamente esférica. Usualmente, en estas edades los estudiantes tienen poca comprensión de la gravedad y un concepto erróneo sobre las propiedades de la luz que nos permiten ver objetos tales como la Luna. (Aunque los niños dirán que viven en una bola, las preguntas del maestro revelarán que sus ideas no son consistentes con este enunciado). (p. 134)
- El énfasis en las edades de 5 a 9 años debe ser en el desarrollo de las habilidades de observación y descripción y las explicaciones basadas en las observaciones. (p. 134).

Las normas de contenido de las NSES también proveen oportunidades para incluir la enseñanza de la astronomía bajo otros temas:

Edades de 14-17 años - La estructura de los átomos

Edades de 14-17 años - Interacciones entre energía y materia

El contenido de la astronomía que se debe enseñar de acuerdo al Proyecto 2061 se da primordialmente en su sección "Universo físico", pero otras secciones también incluyen oportunidades para enseñar astronomía.

Edades de 11-13 años - Remover la Tierra del centro del Universo

Edades de 14-17 años - Movimiento

Edades de 14-17 años - Fuerzas de la naturaleza

Edades de 14-17 años - Remover la Tierra del centro del Universo; Unir los cielos y la Tierra; Relacionar materia y energía, tiempo y espacio

Muchos educadores se preguntan cuál de estos dos documentos se debe consultar, cuando se trata de identificar el contenido de astronomía para incluir en su currículo. Una comparación (realizada por la AAAS) del Proyecto 2061 con las NSES concluye, "lo más impresionante es la gran similitud entre el contenido de las dos versiones, no sus diferencias."

QUÉ ASTRONOMÍA SE DEBE ENSEÑAR: UN EJEMPLO DE UN ESTADO

Finalmente, no es necesario escoger entre los dos documentos, porque la estructura de la educación está determinada por las normas para la enseñanza de la ciencia desarrolladas por cada estado. Estas determinarán los métodos de evaluación en cada estado, el que a su vez controlará la asignación de recursos monetarios.

El documento "Objetivos principales en la enseñanza de la ciencia" del estado de Washington,

por ejemplo, se benefició de las NSES y del Proyecto 2061. Al examinar "Enseñanzas esenciales en ciencia terrestre", reconocerá fuertes similitudes con los otros dos documentos:

Edades de 5 a 9 años

- Saber que la Tierra es uno de varios planetas que orbitan el Sol y que la Luna orbita la Tierra.
- Observar y describir los patrones de movimiento del Sol y la Luna, relacionando el uno al otro y a la Tierra, y la rotación de ésta.

Edades de 10 a 12 años

- Describir la relación entre la Tierra, el Sol, la Luna y otros planetas y sus lunas, y objetos más pequeños, tales como los asteroides y los cometas.
- Describir cómo los movimientos regulares y predecibles de los objetos en el Sistema Solar, son la causa de fenómenos tales como el día, el año, las fases de la Luna, los eclipses, las estaciones y las mareas del océano.

Edades de 13 a 15 años

- Entender que el Sistema Solar está en una galaxia en un Universo que se expande, compuesto por un inmenso número de estrellas y cuerpos celestes.
- Entender que la Tierra, los planetas, el Sol y el resto de los cuerpos celestes en el Universo están en continua evolución.

OTRA FORMA DE PLANTEAR EL CONTENIDO: UNIR CONCEPTOS

Las NSES y el Proyecto 2061 hacen una clasificación de las normas de contenido (ej., ciencia terrestre, ciencia física, ciencias biológicas), que algunas personas creen refuerza la idea de que estos son temas completamente independientes y que no enfatiza las conexiones entre las disciplinas. Quienes escribieron los "Objetivos principales en la enseñanza de la ciencia" en el estado de Washington decidieron no usar la lista tradicional para organizar las normas de contenido. En cambio, se usan los "Enunciados de conceptos unificadores":

1. Los estudiantes usarán propiedades para identificar, describir y categorizar sustancias, materiales, y objetos.
2. Los estudiantes reconocerán los componentes, la estructura y organización de los sistemas y las interconexiones entre ellos.
3. Los estudiantes entenderán cómo las interacciones entre los sistemas causan cambios en la materia y energía.

Sin embargo, debemos hacer notar que ambos sistemas, las NSES y el Proyecto 2061, enfatizan la importancia de usar la unificación de conceptos (a veces, llamados temas) como "ideas que trascienden los límites de las disciplinas y demuestran ser provechosos en explicación, en teoría, en observación y diseños" (del Proyecto 2061). Las NSES le pide a las escuelas que diseñen su currículo para las edades de 5 a 17 años de modo que:

> *"Como resultado de las actividades en las edades de 5 a 17 años, todos los estudiantes deben desarrollar conocimientos y habilidades alineadas con los conceptos y procesos:*
> - Orden y organización
> - Evidencia, modelos y explicaciones
> - Constancia, cambio y medida
> - Evolución y equilibrio
> - Forma y función"

Un conjunto similar de conceptos unificadores que todos los estudiantes deben manejar, está provisto en el Proyecto 2061, junto con sugerencias de cómo construir el conocimiento de los estudiantes:

- Sistemas
- Modelos
- Consistencia y cambio
- Escala

Muchos educadores decidirán ignorar estos conceptos unificadores. Pocos currículos están organizados de esta manera, y las tradiciones de la enseñanza, basadas en la disciplina particular que se está enseñando, son difíciles de vencer. Será más fácil omitir los conceptos unificadores en estados donde la estructura de la enseñanza dada por el estado está organizada de acuerdo a la disciplina, con un énfasis secundario en los conceptos unificadores. Los conceptos unificadores serán más difíciles de ignorar en estados como Washington, donde las normas se organizan primero por concepto y segundo por

disciplina. Esto es especialmente cierto si los métodos de evaluación (exámenes), desarrollados para acompañar las normas, hacen énfasis en los conceptos unificadores y no en el contenido basado en la disciplina particular. El intercalar los conceptos unificadores dentro del currículo de astronomía requerirá tiempo de otros temas, tiempo que algunos educadores estarán renuentes a gastar. Pero los conceptos unificadores son importantes, si esperamos que los estudiantes entiendan la naturaleza de la ciencia (no sólo una variedad de hechos derivados de la ciencia). Esto es especialemente significativo en el mundo de hoy, donde los límites entre las disciplinas son casi indistintos. Los científicos ya no estudian astronomía, biología y física pura. Sus disciplinas ahora se llaman astrofísica, biotecnología molecular y biofísica. La NASA recientemente ha empezado una gran iniciativa en un campo llamado astrobiología. El Proyecto 2061 resume la razón del énfasis en los conceptos unificadores:

> *"Algunas ideas poderosas no son la propiedad intelectual de algún campo o disciplina. Las nociones de sistema, escala, cambio y consistencia, y modelos, tienen aplicaciones en negocios y finanzas, educación, leyes, gobierno y política, y otras áreas, así como en las matemáticas, la ciencia y la tecnología. Estos temas comunes son maneras de pensamiento".*

ENSEÑANZA BASADA EN LAS NORMAS: NO SÓLO UN FENÓMENO PARA EDADES DE 5 A 17 AÑOS:

La evolución de la enseñanza hacia el enfoque basado en las NSES afectará más que al sistema pre-universitario. Cuatro factores importantes ejercerán presión para que los cambios ocurran a nivel universitario:

- Los instructores universitarios preparan a los maestros del mañana.
- Los instructores universitarios proveen mucho del desarrollo profesional actual para maestros enseñando en el sistema escolar.
- Los estudiantes que entren a los grados universitarios en el futuro vendrán de un sistema influenciado por las NSES y exigirán este estilo de educación más efectivo de los profesores universitarios.
- Las agencias que proveen fondos para implementar las NSES requerirán que los profesores universitarios sigan estas normas.

Se sabe que los maestros, generalmente, "enseñan de la manera que se les ha enseñado". Si las NSES se convierten en la manera que los maestros del mañana serán adiestrados a pensar y enseñar, las universidades que los educan tendrán que enfatizar el enfoque basado en la investigación. Las NSES proveen guías para el desarrollo profesional de maestros que ponen en claro el porqué es imperativo usar el enfoque de la ciencia como investigación:

> *"El actual esfuerzo de reforma de la educación en ciencia requiere un cambio considerable en cómo se enseña la ciencia en nuestras escuelas. Está implícito en esta reforma un cambio igualmente considerable en las prácticas de desarrollo profesional a todos los niveles, empezando con las experiencias de pregrado. La mayoría de los enfoques de desarrollo profesional presentan la enseñanza tradicional de contenido de ciencia y hacen énfasis en el entrenamiento técnico: se necesita mucho más. Por ejemplo, los cursos típicos de ciencia en el pregrado comunican la ciencia como un cuerpo de hechos y reglas que se deben memorizar, en lugar de una manera de conocer el mundo natural. A menudo, los institutos y cursos para maestros toman el mismo punto de vista. Los cursos para preparación de maestros y las actividades de formación en los métodos científicos, frecuentemente enfatizan las destrezas técnicas, en lugar de la teoría y el razonamiento.*
>
> *La visión de la ciencia y de cómo se aprende son difíciles de transmitir a los estudiantes en las escuelas si los maestros no las han experimentado por sí mismos. Por lo tanto, todo el desarrollo profesional, empezando con los años de pregrado, debería preparar a los maestros para entender y usar las técnicas y perspectivas de la investigación".*

La Norma A en las NSES referente al desarrollo profesional, sugiere que nuestros estudiantes se beneficiarán más cuando:

- Las experiencias de aprendizaje de la ciencia involucren a los maestros en el fenómeno de investigación científica activa y la

interpretación de resultados y hallazgos consistentes con el conocimiento científico aceptado .

- Las experiencias de aprendizaje aborden principios, eventos, problemas, o temas importantes en ciencia, de interés para los participantes.
- Se les presente a los maestros la literatura científica, los medios y los recursos tecnológicos necesarios para expandir su conocimiento en ciencia y su habilidad para obtener más conocimiento.
- El maestro acumule experiencias sobre el conocimiento, las destrezas y las actitudes actuales de ciencia.
- A las experiencias de aprendizaje se incorporen la reflexión continua sobre el proceso y los resultados.
- Se estimule y apoye a los maestros en los esfuerzos de colaboración.

Aunque las NSES hacen estas sugerencias específicamente sobre la manera en que los maestros deben ser educados para enseñar ciencia, las sugerencias se aplican a la enseñanza de todos los estudiantes universitarios. Aunque no todos los estudiantes de estos cursos se convertirán en maestros, muchos serán futuros padres, cuyos hijos pasarán por el sistema escolar, y futuros ciudadanos, que necesitarán buenas habilidades de pensamiento crítico para tomar las decisiones en un mundo dominado, cada vez más, por la ciencia y la tecnología.

Como padres, deberán saber qué significa la calidad en la educación en ciencia. Si emulamos la instrucción a nivel universitario basada en la investigación, esto será lo que ellos esperarán de la educación para sus hijos. Si lo único que estos padres experimentan en la universidad son las lecciones cargadas de información, esta será su expectativa.

Como ciudadanos, si salen de su única clase de ciencia física en la universidad con la percepción de que la ciencia es meramente una colección de hechos, estarán mal preparados para participar en las preguntas difíciles que probablemente enfrentarán. Si, por otro lado, entienden el proceso de investigación científica, si aprenden a evaluar opciones y a tomar decisiones informadas basadas en evidencia, el futuro será más fácil.

Las implicaciones de los resultados de las normas de la reforma educativa son claras: lo que se necesita cambiar es cómo enseñamos astronomía.

APLICACIÓN A SU ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA

Para ayudarlo a considerar estrategias efectivas de enseñanza que enfaticen un enfoque más investigativo, examine los siguientes métodos de enseñanza sobre el diagrama H-R, a nivel escolar secundario o universitario. ¿Qué enfoque está más de acuerdo con las NSES?

A. Muestre diapositivas de los diagramas H-R, que trazan la clase espectral vs. la magnitud absoluta de las estrellas, para varios grupos de estrellas. Señale la secuencia principal, el área de las enanas blancas y la de las gigantes rojas en el diagrama.

B. Haga un diagrama H-R en la pizarra con las 20 estrellas más brillantes del cielo, y otro con las 20 estrellas más cercanas. Pídale a los estudiantes que escriban una lista de las diferencias entre los dos diagramas. Explique la causa de estas diferencias.

C. Prepare una sesión de laboratorio donde los estudiantes midan su estatura y peso, y hagan un diagrama con esta información para presentar a la clase. Los estudiantes examinarán las tendencias y conclusiones generales. Ahora pídales que examinen un diagrama HR conteniendo entre 30 y 50 estrellas y de nuevo, comenten acerca de los resultados, tendencias y conclusiones generales.

Ahora considere las mismas preguntas acerca de la introducción al estudio de las galaxias, a nivel escolar intermedio.

A. Proyecte una secuencia de varias diapositivas de galaxias que muestren las características de los tipos de galaxias generalmente aceptados (elíptica, irregular, y espiral — con barra y sin barra). Muestre un mapa de radio de la Vía Láctea e indique cómo este demuestra la estructura espiral de la Vía Láctea.

B. Describa las características de los tipos más importantes de galaxia: espiral (con barra y sin

barra), elíptica e irregular. Muestre ejemplos de cada una de estas, usando diapositivas. Presente un número de diapositivas de galaxias y diga qué tipo de galaxia es cada una.

C. Simultáneamente, proyecte nueve galaxias que incluyan una muestra de los tipos más importantes de galaxias. Haga que los estudiantes generen una lista de características generales de las galaxias y que las clasifiquen usando estas características. Muéstreles diapositivas de otras galaxias y haga que las clasifiquen de acuerdo al esquema que generaron la primera vez.

D. Prepare una sesión de laboratorio en la cual los estudiantes examinarán una muestra de 20 a 40 fotografías del Atlas Hubble de galaxias (la muestra incluye ejemplos de todos los tipos de galaxias). Pídale a los estudiantes que encuentren las semejanzas y diferencias en las galaxias y las clasifiquen, usando un esquema de clasificación inventado por ellos. Dele a los estudiantes otras fotografías de galaxias para clasificar.

Finalmente, vamos a considerar la misma pregunta acerca de la introducción al estudio de las fases de la Luna a nivel de escuela primaria.

A Los estudiantes construyen una rueda lunar que muestra la posición de la Luna en relación al Sol y la Tierra para cada una de las fases. Manipularán la rueda para aprender las diferentes fases lunares y entender dondé está ubicada la Luna en relación al Sol y la Tierra para cada fase. Se le pedirá a los estudiantes que usen su rueda lunar para predecir dónde tiene que estar la Luna para producir un eclipse solar o para producir un eclipse lunar.

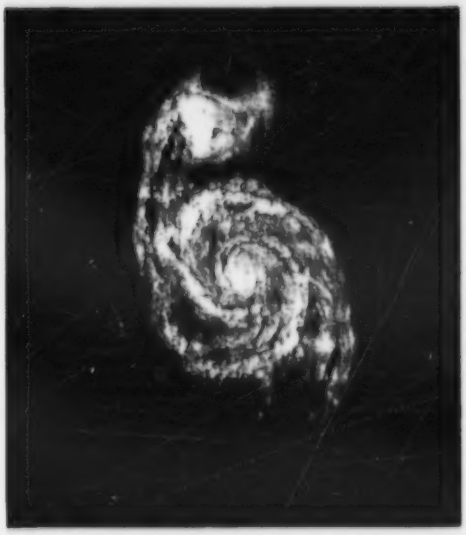
B. Dé a los estudiantes una hoja de trabajo para anotar sus observaciones sobre las fases de la Luna. Observarán el cielo durante las siguientes tres semanas para anotar la fase de la Luna en cada día despejado. Después construirán una rueda lunar para aprender dónde está ubicada la Luna en relación al Sol y la Tierra para cada fase.

C. Los estudiantes escribirán un "libro" de dibujos, de cuatro páginas, para explicar sus ideas acerca de las causas de las fases lunares. Después examinarán seis fotografías (cada una mostrando una fase diferente de la Luna) y predecirán en qué orden verían las diferentes fases, si observaran la Luna por unos cuantos días. Los estudiantes observarán las fases de la Luna en varias noches consecutivas. Estudiarán la causa de las fases usando un modelo del Sol, la Luna y la Tierra. En este, el Sol será una luz brillante, su cabeza la Tierra y una pelota de tenis la Luna. Cada estudiante manipulará el modelo para determinar dónde está la Luna en relación al Sol y la Tierra para cada fase lunar.

Si usted reorganiza las opciones en cada uno de los ejercicios de arriba en el orden contrario al que se han listado, entenderá la magnitud de lo que necesitamos cambiar en la enseñanza de la astronomía. La manera en que enseñamos astronomía necesita ir más allá de decirle a los estudiantes lo que sabemos, o cómo lo sabemos. Los estudiantes deben experimentar por ellos mismos cómo llegamos a saber lo que sabemos.

BIBLIOGRAFÍA

1. *National Research Council National Science Education Standards.* 1995, National Academy Press, Wahington, D.C. Esta publicación está disponible gratuitamente en la Internet en: www.nap.edu/readingroom/books/nses/
2. *Project 2061: American Association for the Advancement of Science Benchmarks for Science Literacy.* 1993, Oxford University Press, New York . Esta publicación, y muchas relacionadas, están disponibles en: www.project2061.org/tools/
3. *Project 2061: American Association for the Advancement of Science Summary Comparison of Content Between draft of National Science Education Standards and Project 2061 Benchmarks for Science Literacy.* 1995, AAAS, Washington, D.C.
4. Schatz, D., Fraknoi, A., Robbins, R., y Smith, C. *Effective Astronomy Teaching and Student Reasoning Ability.* 1978, Lawrence Hall of Science, University of California, Berkeley. Esta publicación fue distribuida por muchos años por la ASP, pero está agotada. Puede haber copias disponibles en las bibliotecas de algunas universidades.
5. *Sigma Xi Scientists, Educators, and National Standards: Action at the Local Level.* 1994, Sigma Xi Forum Proceedings. Simposio celebrado en abril de 1994.
6. *Washington State Commission On Student Learning Washington State Essential Learnings in Science,* Borrador de Mayo 1995, 1995, Olympia, WA.



GLOSARIO DE TÉRMINOS ASTRONÓMICOS DE USO COMÚN

Por Sherwood Harrington y Andrew Fraknoi

© 1994 por Astronomical Society of the Pacific
390 Ashton Ave., San Francisco, CA 94112, U.S.A.

Agujero negro: Un objeto cuya atracción gravitacional es tan fuerte que (dentro de cierta distancia de él) nada puede escapar, ni siquiera la luz. Se cree que los agujeros negros resultan del colapso que ocurre al final de las vidas de ciertas estrellas muy masivas. Los "agujeros negros supermasivos", con masas millones de veces mayores que la del Sol, se pueden formar en los densos centros de las galaxias grandes.

Año-luz: La distancia que viaja la luz en el vacío en el período de un año. La luz viaja a 300,000 kilómetros por segundo en el vacío. Un año-luz es cerca de nueve y medio trillones de kilómetros.

Asteroide: Cualquiera de los miles de pequeños cuerpos rocosos que orbitan alrededor del Sol, la mayoría de los cuales están entre las órbitas de Marte y Júpiter (aunque algunos se acercan más al Sol que la Tierra y otros tienen órbitas mucho más grandes que la de Júpiter). El asteroide conocido más grande se llama Ceres; es tan ancho como el estado de Texas (EEUU), o Venezuela.

Big Bang: La explosión primordial de espacio, tiempo, materia y energía, que la mayoría de los astrónomos creen que dio origen al Universo.

Cometa: Un pequeño bloque de hielo y polvo (que mide unos pocos kilómetros de ancho), el cual puede desarrollar una tenue "cola" cuando se acerca al Sol. Las colas de los cometas están hechas de gas y polvo que han sido expulsados de la superficie del cometa por la radiación o el viento solar, y apuntan siempre en dirección opuesta al Sol. Algunos cometas se vuelven activos por cortos períodos (unos pocos meses, como máximo) mientras se mueven rápidamente alrededor del Sol, en órbitas muy ovaladas.

Constelación: 1. *[antiguo significado]* Un patrón de estrellas en el cielo, con el nombre de una persona, animal o cosa (usualmente mitológica). Los astrónomos usan las constelaciones para marcar las direcciones en el espacio. Por ejemplo, la gran galaxia "en Andrómeda" está en la dirección del cielo marcada por el patrón de estrellas que se conoce como "Andrómeda" (la Princesa de Etiopía, según la mitología griega). De la misma manera que las formas que vemos en las nubes no son permanentes, tampoco lo son las formas que vemos en las estrellas: las estrellas se mueven (aunque muy lentamente, con respecto a la duración de una vida humana). Las constelaciones de hace 100,000 años eran muy diferentes a las de hoy. 2. *[significado moderno]* Uno de los 88 sectores en los que los astrónomos dividen la esfera celeste, cada uno con el nombre de una constelacion tradicional en el sector.

Corrimiento al rojo: El alargamiento de las ondas de luz provenientes de una fuente que se aleja de nosotros. Se llama corrimiento o desplazamiento al

rojo porque las ondas son corridas o desplazadas hacia el lado rojo (o de ondas "largas") del espectro. Si la fuente de luz se mueve hacia nosotros ocurre el efecto opuesto, que se conoce con el nombre de "corrimiento al azul". La luz de todas las galaxias que no pertenecen al Grupo Local está corrida al rojo, lo que indica que se están alejando de nosotros (y las unas de las otras). Este fenómeno se conoce como la "expansión" del Universo.

Cosmología: La rama de la astronomía que estudia el origen, las propiedades a gran escala y la evolución del Universo observable.

Cuasar: Los cuasares son objetos muy lejanos (a billones de años-luz de nosotros), extremadamente brillantes y muy pequeños. El término "cuasar" (o "cuásar") viene del inglés "quasi-star", que significa "como una estrella": un objeto que parece, pero que no puede ser, una estrella. Un cuasar típico produce más luz cada segundo que una galaxia completa y es tan pequeño como el Sistema Solar. Los astrónomos no saben exactamente cómo producen esta cantidad tan grande de energía, aunque sospechan que el fenómeno se debe a la interacción entre agujeros negros muy masivos en los centros de galaxias lejanas, y el material de las mismas. [Véase **Agujero negro**]

Cúmulo estelar: Un grupo de estrellas que se mantiene unido gracias a la mutua atracción gravitacional de sus miembros. En la Vía Láctea hay dos tipos de cúmulos estelares: los llamados "abiertos" (o "galácticos"), que tienen generalmente pocos miembros y existen solamente en el disco de la Galaxia, y los "globulares", que son más grandes y antiguos. [Véase **Cúmulo globular**]

Cúmulo globular: Un grupo grande de estrellas (que puede tener de cien mil a un millón de miembros), de forma esférica. Más de cien cúmulos globulares forman parte de nuestra Galaxia, y están distribuidos en un halo esférico alrededor del disco. Los cúmulos globulares (que también se pueden detectar en otras galaxias) están compuestos de estrellas muy antiguas.

Eclipse: Fenómeno que ocurre cuando un objeto bloquea parte (o toda) la luz de otro. Por ejemplo, un "eclipse lunar" ocurre cuando la sombra de la Tierra cae sobre la Luna, impidiendo que la luz del Sol ilumine la superficie lunar. Un "eclipse de Sol", o solar, ocurre cuando la Luna pasa entre la Tierra y el Sol, bloqueando parte de la luz del Sol que debería llegarnos.

Enana blanca: Los restos de una estrella de relativamente poca masa (aproximadamente una y media veces la masa del Sol o menos), que ha agotado el material necesario para sus reacciones nucleares y brilla únicamente porque está caliente. Una enana blanca típica puede ser tan masiva como el Sol, pero tiene un tamaño similar a la Tierra. Su densidad es equivalente a la que se obtendría al comprimir un avión 747 al tamaño de una lata de soda. Hacia el final de su vida, el Sol se convertirá en una enana blanca.

Equinoccio: Cualquiera de los dos momentos en el año en que el Sol está directamente sobre el ecuador terrestre. En el hemisferio norte (sur), el equinoccio de primavera (otoño) ocurre alrededor del 21 de marzo, y el equinoccio de otoño (primavera) cerca del 21 de septiembre (las fechas específicas cambian de año en año). En los equinoccios, la duración de los días y las noches es igual en todo el mundo. Los equinoccios marcan el comienzo de la primavera y el otoño.

Espectro: La banda de colores, del violeta al rojo, que se obtiene cuando la luz blanca pasa a través de un prisma (u otro instrumento para descomponer luz). Cada elemento químico en la atmósfera de una estrella o planeta absorbe luz en ciertos colores particulares, únicos para ese elemento. La "espectroscopía", el estudio de los espectros de objetos astronómicos, es una herramienta muy poderosa para determinar la composición, temperatura, presión y otras características de objetos celestes.

Estrella binaria: Sistema de dos estrellas, la una en órbita alrededor de la otra. Las estrellas binarias (y triples, y aun con más miembros) son bastante comunes; los astrónomos estiman que cerca de la mitad de todas las estrellas son miembros de sistemas múltiples. La "estrella" más cercana al Sistema Solar, Alfa Centauri, es el ejemplo más cercano de un sistema múltiple: consiste de tres estrellas.

Estrella de neutrones: El núcleo residual de la explosión de una estrella masiva. Está compuesta casi totalmente de neutrones (partículas subatómicas neutras). Estos "cadáveres" estelares son tan densos que pueden contener tanta masa como el Sol en una esfera de 10 km de diámetro. Una cucharadita del material de una estrella de neutrones pesaría más que todos los coches de los EEUU juntos. Algunas estrellas de neutrones giran rápidamente y pueden ser detectadas como "pulsares": fuentes que emiten pulsos de ondas de radio, como faros cósmicos.

Estrella variable: Una estrella cuyo brillo cambia. Hay varias clases de estrellas variables, incluyendo variables "periódicas" (que cambian su brillo regularmente, con periodos que van de horas a años) e "irregulares" (que no parecen tener un período regular). Las observaciones cuidadosas de estrellas variables, durante largos intervalos de tiempo, son una de las maneras en que los astrónomos aficionados han hecho importantes contribuciones a la astronomía.

Estrella: Una bola grande de gas caliente, que genera energía en su centro gracias a reacciones nucleares. El Sol es la estrella más cercana a la Tierra.

Fases de la Luna: Los cambios en la apariencia de la Luna al moverse alrededor de la Tierra. En la fase de "Luna Nueva", la Luna está en el mismo lado de la Tierra que el Sol, y solamente vemos la parte de la Luna que está ensombrecida. Cuando la Luna se ha movido un cuarto de su órbita (aproximadamente una semana después de la Luna Nueva), vemos la mitad del disco lunar iluminado por el Sol. Esta fase se llama "Cuarto Creciente". Dos semanas después de la Luna Nueva, nuestro satélite está en el otro lado de su órbita, y el lado mirando hacia la Tierra está completamente iluminado por el Sol. Esta fase se llama "Luna Llena". Tres cuartos de órbita después de la Luna Nueva, unicamente la mitad del disco lunar está iluminado nuevamente. Esta es la fase de "Cuarto Menguante". Una semana después, la Luna está en Luna Nueva otra vez, y el ciclo se repite. Entre el Cuarto creciente y el menguante, cuando más de la mitad del satélite está iluminado, se dice que la Luna está "Gibosa". Después del Cuarto Menguante la Luna se llama "Menguante". Después de la Luna Nueva y antes del Cuarto Creciente se llama "Creciente". Una forma fácil de saber si la Luna es creciente o menguante es el verso: "Luna al poniente, Cuarto Creciente; Luna al levante, Cuarto Menguante". Si la cara iluminada está al poniente (el oeste), estamos en Cuarto Creciente, mientras que si la cara iluminada está al levante (el este) estamos en Cuarto Menguante.

Galaxia: Conjunto de estrellas (y a menudo, polvo y gas) que puede tener millones, o cientos de billones de miembros. Las galaxias se mantienen unidas gracias a la atracción gravitacional que las estrellas (y otro material adicional) ejercen las unas sobre las otras. La parte visible de la mayoría de las galaxias tiene la forma de espiral aplanada, o de elipsoide (sin espiral). La "Vía Láctea", de la cual nuestro Sol forma parte, es una galaxia espiral que mide aproximadamente 100,000 años-luz de diámetro y contiene 400 billones de estrellas. Nuestro Sol está situado en la espiral, a 2/3 de la distancia entre el centro y el borde.

Gigante roja: Una estrella relativamente fría, muy grande, que está en las fases finales de su vida. Una gigante roja típica es tan grande, que si se pusiera en el lugar del Sol en el Sistema Solar, se extendería hasta la órbita de Marte. La temperatura relativamente fría de su superficie (2,000 grados centígrados, comparada con la del Sol de 6,000 grados centígrados) hace que se vea anaranjada o roja, en lugar de amarilla-blanca. Los astrónomos creen que el Sol se convertirá en una gigante roja en 5 billones de años.

Grupo Local: El grupo o "cúmulo" relativamente pequeño de galaxias del cual forma parte la Vía Láctea. Se sabe que contiene varias docenas de galaxias, pero la mayor parte de estas son galaxias "enanas", mucho más pequeñas que la nuestra. El Grupo Local mide aproximadamente tres millones de años-luz de diámetro y forma parte a su vez de un "supercúmulo" de cúmulos de galaxias centradas en un grupo gigantesco llamado "Cúmulo de Virgo".

Magnitud: Una manera de expresar el brillo de los objetos astrónomicos, heredada de la Grecia antigua. En el sistema de magnitudes, entre más pequeño sea el número, más brillante es el objeto. Por ejemplo, una estrella de magnitud uno es más brillante que una de magnitud tres. Una diferencia de una magnitud entre dos objetos corresponde a un factor

de 2.5 en brillo. Los objetos más débiles que el ojo humano puede detectar son de magnitud seis.

Materia oscura: Materia detectada por su influencia gravitacional en otros objetos, pero no por la radiación que emite. Existe evidencia de que una fracción substancial del Universo puede estar compuesto de materia oscura.

Meteoro: Un pedazo de materia sólida proveniente del espacio, que se ve brillar en el cielo debido a la fricción con la atmósfera de la Tierra. Las líneas luminosas que dejan en el cielo se conocen con el nombre de "estrellas fugaces", aunque no tienen nada que ver con las estrellas. Antes de entrar en la atmósfera de la Tierra (con velocidades típicas de 40,000 km/hr), estos pedazos se llaman "meteoroides". Los que sobreviven la entrada a la Tierra y caen en la superficie se llaman "meteoritos".

Nebulosa: Una nube de gas y/o polvo en el espacio interestelar. Las nebulosas se pueden observar debido a su brillo propio ("nebulosas de emisión"), por la luz que reflejan ("nebulosas de reflexión") o por bloquear la luz de objetos detrás de ellas ("nebulosas oscuras").

Nova: Una estrella que temporalmente y de manera abrupta, incrementa su brillo por un factor de cientos de miles. A diferencia de las supernovas (que son explosiones mucho más violentas que pueden destruir las estrellas que las producen), una estrella puede ser nova más de una vez. Se cree que las novas ocurren en sistemas binarios en los que un miembro del sistema es una estrella enana comprimida (tal como una enana blanca o una estrella de neutrones) en órbita cercana alrededor de una estrella mucho más grande. Según esta teoría, los gases de la estrella grande se acumulan en la superficie de la pequeña y son calentados y comprimidos por la fuerte gravedad de la enana. Este proceso continúa hasta que el material "robado" por la enana explota. [Véase **Supernova, Estrella binaria, Enana blanca, Estrella de neutrones**]

Nubes de Magallanes: Las dos galaxias más proximas a la nuestra. Estas son "satélites" de la Vía Láctea. Tienen forma irregular y son relativamente pequeñas. Están a 160,000 años-luz de distancia de nuestra Galaxia y sólo son visibles desde el hemisferio sur. Los primeros europeos en verlas fueron los tripulantes de la expedición de Fernando de Magallanes alrededor del mundo, en el siglo XVI. Para ellos, las dos galaxias parecían pequeñas nubes al lado de la Vía Láctea.

Observatorio: El lugar donde están los telescopios. La mayoría de los observatorios astronómicos modernos con telescopios que observan luz visible están situados en lo alto de montañas, alejados de las luces de la ciudad. Esto les permite beneficiarse de los cielos claros y estables que son comunes a gran altitud. A diferencia de los telescopios que observan luz visible, la mayoría de los "radiotelescopios" no necesitan ser construidos en montañas altas, debido a que las ondas de radio que se pueden estudiar desde la Tierra pasan fácilmente a través de la atmósfera. Algunos tipos de radiación no penetran la atmósfera terrestre. En este caso, el observatorio debe ser localizado en el espacio. [Véase **Telescopio, Radioastronomía**]

Órbita: La trayectoria que sigue un cuerpo alrededor de otro (como la Luna alrededor de la Tierra) o alrededor del centro de gravedad de un conjunto de objetos (como la ruta de 200 millones de años-luz que sigue el Sol alrededor del centro de la Galaxia).

Parsec: Una unidad de distancia igual a 3.26 años-luz, o a 206,265 unidades astronómicas. En términos técnicos, un parsec se define como la distancia desde la cual la Tierra y el Sol se verían separados por un segundo de arco (este es el tamaño aparente de una moneda de 1 cm de diámetro — por ejemplo, 10 centavos en EEUU — a 3 km de distancia).

Planeta: Uno de los objetos grandes en órbita alrededor de una estrella. En nuestro Sistema Solar hay nueve objetos como estos, tradicionalmente llamados "planetas": Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Neptuno y Plutón. No existen reglas "oficiales" acerca de qué tan grande tiene que ser un objeto para ser llamado planeta, en lugar de, por ejemplo, asteroide. Recientemente se han descubierto planetas alrededor de otras estrellas como el Sol. Estos nuevos planetas son similares a Júpiter. Se cree que los planetas son comunes alrededor de la mayoría de las estrellas.

Planetario: Un teatro con el techo en forma de bóveda. En él, un aparato en el centro del cuarto

proyecta una simulación del cielo nocturno en el techo, sobre la audiencia. Los planetarios generalmente pueden mostrar como se vería el cielo desde cualquier lugar de la Tierra en cualquier época (miles de años en el pasado o el futuro).

Pulsar: Véase **Estrella de neutrones**

Radiación electromagnética: Ondas de energía producidas por campos eléctricos y magnéticos variables. Esta energía viaja a través del espacio a la velocidad de la luz. El término incluye ondas de radio, emisiones infrarrojas, luz visible, luz ultravioleta, rayos x y rayos gamma.

Radio-astronomía: El estudio de las ondas de radio generadas naturalmente por objetos en el Universo. Las ondas de radio y la luz visible provenientes del espacio son los únicos tipos de radiación electromagnética que se pueden observar facilmente desde la superficie de la Tierra. En parte por esta razón, la radio-astronomía fue la primera rama de astronomía "no visible" en ser desarrollada,

Resolución: La habilidad de un instrumento para distinguir detalles (o separar dos objetos que están muy cerca el uno del otro), expresada en términos del ángulo en el cielo. [Véase **Segundo de arco**]

S.E.T.I.: El proyecto de Búsqueda de Inteligencia Extraterrestre, llamado así por sus siglas en inglés: *Search for Extra-Terrestrial Intelligence*. Actualmente los astrónomos están realizando esta busqueda tratando de encontrar ondas de radio provenientes del espacio que puedan haber sido generadas artificialmente.

Satélite: Un objeto en órbita alrededor de otro más grande. Por ejemplo, los cuerpos pequeños en órbita alrededor de los planetas se llaman satélites (o "lunas"). Las naves espaciales en órbita alrededor de la Tierra se llaman "satélites artificiales".

Segundo de arco: Un ángulo pequeño, igual a 1/60 de minuto de arco (el cual a su vez es 1/60 de grado). Una línea en el cielo de horizonte a horizonte mediría 180 grados. Una moneda de 1 cm de diámetro vista desde una distancia de 3 km tiene un diámetro aparente de aproximadamente un segundo de arco.

Sistema Solar: El Sol y todas las cosas alrededor de él, incluyendo los nueve planetas, sus satélites y todo lo demás, como asteroides y cometas.

Sol: La estrella en el centro de nuestro Sistema Solar.

Solsticio: Cualquiera de los dos instantes durante el año en que el Sol (visto desde la Tierra) alcanza su posición más al norte o más al sur. En el hemisferio norte, el solsticio de verano ocurre cuando el Sol está directamente sobre el Trópico de Cáncer (alrededor del 21 de junio). El solsticio de invierno ocurre cuando el Sol está directamente sobre el Trópico de Capricornio (alrededor del 21 de diciembre). Para el hemisferio sur, el solsticio de verano ocurre cuando el Sol está directamente sobre el Trópico de Capricornio y el de invierno cuando el Sol está directamente sobre el Trópico de Cáncer. Los solsticios de verano e invierno marcan el comienzo "oficial" del verano y el invierno, respectivamente.

Supernova: Una explosión que indica el final de la vida de una estrella muy masiva. Cuando ocurre, la explosión produce tanta luz que durante varios días puede ser más brillante que todas las estrellas de la galaxia juntas. De la estrella original, la explosión deja únicamente el centro comprimido (una estrella de neutrones o un agujero negro). Mientras que la mayoría de las supernovas en nuestra Galaxia son difíciles de ver debido al polvo y gas interestelar, los astrónomos detectan supernovas en otras galaxias con frecuencia.

Telescopio: Un instrumento diseñado para recolectar luz (u otros tipos de radiación) y enfocarla, con el fin de analizarla. El objetivo principal de la mayoría de los telescopios astronómicos es producir imágenes brillantes, debido a que la mayoría de los objetos que los astrónomos estudian son muy débiles. El "tamaño" del telescopio (por ejemplo, el "telescopio de 5 metros" del monte Palomar) se refiere al diámetro del espejo o lente que recolecta la luz.

Unidad astronómica: Una unidad de distancia igual a la distancia promedio entre la Tierra y el Sol. Usualmente se denota con la abreviatura "UA" y es aproximadamente igual a 150 millones de kilómetros.

A la luz le toma cerca de 8 minutos recorrer esta distancia. Es una unidad útil para expresar las distancias en el Sistema Solar. Por ejemplo, el diámetro de la órbita del planeta más lejano del Sol, Plutón, es aproximadamente 80 UA.

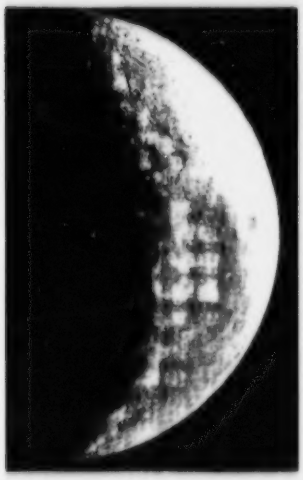
Universo: En astronomía, todos los objetos que se pueden observar directamente, o cuyos efectos físicos se pueden detectar en otros objetos.

Velocidad de escape: La velocidad que se necesita para escapar de la atracción gravitacional de un cuerpo dado. La velocidad de escape en la Tierra (la necesaria para escapar de la Tierra) es aproximadamente 40,000 km/hr.

Vía Láctea: Una débil banda de luz que se puede ver desde sitios oscuros en noches despejadas y que se extiende a lo largo de todo el cielo. Con binoculares o con un telescopio pequeño, se puede ver que está compuesta de muchas estrellas débiles individuales. Es el disco de nuestra propia Galaxia: desde nuestra perspectiva en el disco, la forma aplanada de la Galaxia parece rodearnos. Los astrónomos usan a menudo el término "Vía Láctea" para referirse a toda la Galaxia, y no sólo a su apariencia en el cielo. [Véase **Galaxia**]

Sección 1

Las fases y eclipses de la Luna



Información de fondo:
Las fases y eclipses de la Luna

El satélite de nuestro planeta, al cual llamamos Luna, es el objeto astronómico más fácil de observar. El único "instrumento científico" que se necesita es un par de ojos. La Luna es el único objeto en el cielo (a excepción del Sol) que a simple vista no se ve como un punto de luz o un parche borroso. Aún más, la forma de la Luna está cambiando continuamente. La observación de estos cambios de noche a noche (o día a día) es una manera fascinante y fácil de familiarizarse con los ritmos del cielo.

La Luna es pequeña, con un diámetro que es tan sólo un cuarto del de la Tierra. Para muchos, las zonas claras y oscuras de su superficie se asemejan a la cara de un hombre o el cuerpo de un conejo. Los astrónomos que estudiaron la Luna con los primeros telescopios estaban convencidos que las áreas oscuras eran grandes océanos, y por lo tanto los llamaron "mare", la palabra que en latín significa "mar". Ahora sabemos que no hay agua en la Luna; de hecho, es un mundo árido y sin aire, inhóspito para cualquier forma de vida. Los "mares" son en realidad llanuras grandes y lisas de lava solidificada.

Las zonas más claras son regiones rocosas, cubiertas por cráteres excavados por impactos de rocas de distintos tamaños (objetos con tamaños tan pequeños como rocas o tan grandes como pequeñas ciudades). La mayoría de los cráteres son testigos silenciosos de una era, hace billones de años, cuando las colisiones entre los residuos de la formación del Sistema Solar y los planetas eran mucho más frequentes. La Tierra también sufrió un bombardeo similar pero la erosión, causada por el viento y el agua, y el movimiento de la corteza terrestre, han borrado casi todos los cráteres en la superficie de nuestro planeta. En la Luna no hay viento ni lluvia para borrar la evidencia, lo que ha preservado la historia cósmica de nuestra "vecindad" para ser estudiada por seres humanos.

A través de los milenios, la Luna ha sido "atra pada" en una forma especial de movimiento alrededor de la Tierra. Gira sobre su eje con la misma rapidez con que rota alrededor de la Tierra. El resultado de este movimiento es que siempre mantiene la misma "cara" apuntando hacia nosotros. Es por esto que los astrónomos hablan de la "cara cercana" (la cara que vemos) y de la "cara lejana" (la cara que nunca vemos) de la Luna. De hecho, no fue sino hasta la década de los sesentas, cuando mandamos naves espaciales para volar alrededor de la Luna, que vimos por primera vez su cara lejana.

Vemos a la Luna porque su superficie refleja la luz solar hacia nosotros. La Luna no tiene fuente de luz propia. Durante el transcurso de un mes, la Luna da una vuelta completa alrededor de la Tierra. De hecho, el concepto de mes está basado en este movimiento.

El hemisferio de la Luna que apunta hacia el Sol siempre está iluminado ¡pero el lado iluminado NO siempre apunta a la Tierra! Mientras la Luna da vueltas alrededor de la Tierra, la cantidad del disco lunar que es iluminada por el Sol y que nosotros

vemos cambia. Los cambios se llaman fases y se repiten cada mes en un ciclo específico. Hay cuatro fases primarias: Luna Nueva, Cuarto Creciente, Luna Llena y Cuarto Menguante. Cada fase ocurre aproximadamente una semana después de la anterior, con el Cuarto Menguante seguido por otra Luna Nueva que abre un nuevo ciclo (en realidad entre cada Luna Nueva hay 29 días). La mejor manera de comprender el ciclo de las fases de la Luna es sostener una pequeña pelota blanca, iluminarla con un foco distante y observar cómo cambia la forma de la parte iluminada de la pelota mientras esta se mueve alrededor de usted. Esta actividad se discute en la sección.

Algunos puntos acerca de las fases de la Luna deben ser enfatizados. Primero, durante la semana que le toma en ir de una a otra fase, la cantidad de superficie lunar iluminada por el Sol cambia gradualmente; no hay cambios bruscos entre una fase y otra (que es la impresión que dan algunos libros de texto). Segundo, la Luna no está limitada al cielo nocturno. Cerca del Cuarto Creciente y el Cuarto Menguante es posible verla durante el día. Vea la tabla al final de esta sección para mayor información de cuándo y dónde ver la Luna. Finalmente, vale la pena repetir que las fases de la Luna son debidas a los cambios en la fracción de superficie lunar apuntando hacia nosotros que es iluminada por el Sol mientras la Luna da vueltas alrededor de la Tierra. La sombra de la Tierra no tiene nada que ver con las fases de la Luna.

Pero nuestra sombra sí oscurece a la Luna durante un eclipse lunar. La Tierra da una vuelta alrededor del Sol cada año. El plano de la órbita de la Tierra se llama la eclíptica. El Sol, la Tierra y la sombra de la Tierra están en el plano de la eclíptica. La Luna da una vuelta alrededor de la Tierra cada mes. El plano de la órbita de la Luna forma un ángulo de cinco grados con el plano de la eclíptica. Cuando la Luna está en el lado de la Tierra alejado del Sol (Luna Llena) pasa muy cerca de la sombra de la Tierra, de tal forma que existe la posibilidad de un eclipse cada mes. Sin embargo, porque su órbita está inclinada, por lo general la Luna pasa justo por encima o por debajo de la sombra de la Tierra. Aproximadamente una vez cada seis meses la Luna pasa justo a través de la sombra de la Tierra, creando un eclipse lunar.

Ya que la mitad de la Tierra donde es de noche apunta hacia la Luna cuando esta está llena, todas las personas en el hemisferio nocturno pueden ver todo o parte del eclipse lunar cuando éste ocurre.
A la Luna le toma unas cuantas horas atravesar la sombra de la Tierra. Durante éste tiempo, se habrá hecho de día en algunas partes de la Tierra donde era de noche cuando el eclipse comenzó. De la misma manera, partes de la Tierra que estaban cerca de la puesta del Sol cuando el eclipse comenzó, rotarán y se hará de noche para ellas; para las personas en esos lugares, la Luna ascenderá ya en eclipse. Sin embargo, la mayor parte del lado nocturno de la Tierra se mantendrá a oscuras durante el eclipse, disfrutando del espectáculo completo.

Mientras está en la sombra de la Tierra, la Luna se ve de color rojizo-anaranjado. Este color se debe a que la atmósfera de la Tierra dobla los rayos de luz azul en dirección perpendicular a la línea entre nuestro planeta y la Luna, justo como lo hace durante el amanecer o a la puesta del Sol (el Sol se ve rojizo debido a que la atmósfera tiende a doblar los rayos azules fuera de la línea de visión. El rojo es el color que queda en la luz solar después de quitar el azul). Qué tan oscura se ve la Luna depende de si está cruzando en medio o por la periferia de la sombra de la Tierra y de la cantidad de polvo o contaminación en la atmósfera de la Tierra.

Como una coincidencia sorprendente, vistos desde la Tierra, el Sol y la Luna parecen tener el mismo tamaño en el cielo. A pesar que la Luna es miles de veces más pequeña que el Sol, de casualidad está miles de veces más cerca de la Tierra. Por esta razón, si la Luna pasa justamente entre la Tierra y el Sol, puede bloquear de manera momentánea la luz del Sol, creando un eclipse solar. Esto sucede cuando la Luna está entre la Tierra y el Sol (Luna Nueva). Una vez más, debido a la inclinación de la órbita de la Luna, esta generalmente pasa justo arriba o abajo de la posición del Sol. Pero una vez cada seis meses pasa justamente entre la Tierra y el Sol. Sin embargo ya que la sombra de la Luna es tan pequeña, sólo una pequeña porción de la superficie de la Tierra verá que la Luna cubre el Sol completamente, creando un eclipse total de Sol. La gente fuera de esta pequeña "región de totalidad" verá que la Luna cubre sólo parte de la superficie del Sol, lo que se conoce como

eclipse parcial de Sol: se ve como si alguien hubiera "mordido" al Sol.

La Luna es el único lugar en todo el Sistema Solar, con excepción de la Tierra, donde los humanos han caminado. Las astronautas que llegaron a la Luna a finales de la década de los sesentas y principios de los setentas, regresaron con cajas llenas de rocas de la superficie lunar. Los científicos continúan aprendiendo cosas nuevas a través del estudio de estas rocas. Pero nuestra comprensión científica de la Luna no debe alejarnos de su belleza. La Luna Llena ascendiendo en el cielo oriental a la puesta del Sol es uno de los espectáculos más grandiosos que la Naturaleza puede ofrecer. Nuestro conocimiento no debe reducir nuestro sentido de asombro; sólo debe reforzarlo.

Partes de este artículo fueron reimpresas con el permiso de PASS (Planetarium Activities for Student Success), vol. 10 Who Discovered America? "Background for Teachers—What Causes a Lunar Eclipse?" *pág. 52. Producido por el Programa de Educación en Astronomía en el Lawrence Hall of Science. Las series del PASS, volúmenes 1-12, se pueden pedir a Eureka!, Lawrence Hall of Science, University of California, Berkeley, CA 94720-5200, U.S.A.; Tel: (510) 642-1016.*

FASE	SALE	EN EL CIELO ORIENTAL	ALTITUD MÁXIMA	EN EL CIELO OCCIDENTAL	SE PONE
LUNA NUEVA	amanecer	mañana	mediodía	tarde	puesta del Sol
CRECIENTE	justo después del amanecer	mañana	justo después del mediodía	tarde	justo después de la puesta del Sol
CUARTO CRECIENTE	mediodía	tarde	puesta del Sol	atardecer/noche	medianoche
GIBOSA CRECIENTE	tarde	puesta del Sol	noche (pm)	medianoche	noche (am)
LUNA LLENA	puesta del Sol	noche (pm)	medianoche	noche (am)	amanecer
GIBOSA MENGUANTE	noche (pm)	medianoche	noche	amanecer	mañana
CUARTO MENGUANTE	medianoche	noche (am)	amanecer	mañana	mediodía
MENGUANTE	justo antes del amanecer	mañana	justo antes del mediodía	tarde	justo antes de la puesta del Sol

Prediciendo las fases y características de la Luna

Actividad 1.1

Edades: 9-14+

Fuente: Reimpreso con el permiso de *Astro Adventures*, por Dennis Schatz y Doug Cooper. Derechos reservados © 1994 por The Pacific Science Center. No se permite ningun tipo de reproducción de esta actividad sin el permiso escrito del Pacific Science Center, 200 Second Ave. N., Seattle, WA 98109-4895, U.S.A.; Tel.: (206) 443-2001.

¿De qué trata esta actividad?

¿Cuál es la imagen que viene a su mente cuando piensa en la Luna? Para muchos estudiantes, es simplemente la forma familiar de la Luna "creciente"; para otros, es la Luna "llena". Algunos estudiantes se imaginarán una serie de imágenes relacionadas con la apariencia cambiante de nuestro satélite, pero su secuencia personal a menudo está incompleta o es incorrecta porque nunca han observado sistemáticamente las diferentes formas de la Luna.

Esta actividad investiga el conocimiento que tienen los estudiantes sobre la apariencia de la Luna, haciendo más interesantes las observaciones sugeridas en otras actividades. Es útil para descubrir las preconcepciones que tienen los estudiantes sobre los cambios de la Luna, y es una gran forma de despertar su curiosidad sobre la secuencia real de las fases.

¿Qué harán los estudiantes?

Los estudiantes dibujarán primero una imagen de cómo piensan que se ve la Luna y discutirán cómo podrían cambiar sus dibujos. Después analizarán una serie de fotos de las fases lunares y las ordenarán en una secuencia satisfactoria, basándose en sus experiencias e ideas.

Después de crear sus secuencias de fotos, los estudiantes podrán empezar un programa de observación en un periodo de algunas noches para descubrir cómo cambia realmente la apariencia de la Luna.

Consejos y sugerencias

- Use esta actividad como una introducción a las fases de la Luna, antes de la siguiente actividad, *Observando las fases y características de la Luna.*
- Uno de los aspectos más interesantes de esta actividad — y a menudo el más difícil para los maestros — es el no proveer las respuestas correctas cuando los estudiantes pregunten sobre la secuencia de las fases. Al no dar la respuesta, el maestro motivará la observación y el descubrimiento personal.
- Esta actividad se puede adaptar para modelar:
  - Cómo se mueve el Sol a través del cielo durante el dia
  - Cómo cambia la posición del Sol al amanecer, mediodía o atardecer
  - Cómo se mueven las diferentes constelaciones durante la noche

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Fases de la Luna	Visualizar	Pautas de cambio
Posiciones de la Luna y el Sol en el cielo	Ordenar	Sistemas
	Predecir	
	Inferir	

Prediciendo las fases y características de la Luna

por Dennis Schatz y Doug Cooper
Pacific Science Center

Todos tenemos una imagen mental de la Luna. A menudo es una imagen simple, como la apariencia de la Luna Llena. Esta actividad investiga el conocimiento de los estudiantes sobre la apariencia de la superficie de la Luna. Esto hará que sus observaciones en las siguientes actividades sean más significativas.

CONCEPTOS

La Luna sigue una serie específica de fases. Las características observables se pueden usar para identificar las características de la superficie lunar.

OBJETIVOS

Los estudiantes:

- dibujarán su imagen mental de la Luna.
- inferirán la secuencia de las fases de la Luna, basadas en observaciones de fotos de la Luna.

MATERIALES

- Fotografías lunares
- Tijeras
- Lápiz
- Cinta adhesiva o goma
- Hojas de papel en blanco

PROCEDIMIENTO

Preparación previa: fotocopie las fotografías lunares para cada grupo de dos o tres estudiantes.

1. Distribuya las hojas en blanco. Pida a los estudiantes que cierren los ojos y construyan una imagen mental que responda al siguiente enunciado: "Cuando pienso en la Luna, la veo de esta forma." Pídales que dibujen sus imágenes mentales en el papel en blanco.
2. Haga que los estudiantes comparen sus imágenes. Discuta por qué las imágenes son diferentes.

   Nota al maestro: No evalúe la exactitud de cada dibujo o las razones del estudiante para su dibujo. Use los dibujos y la información para explorar los conceptos de los estudiantes sobre la Luna.
3. Divida la clase en grupos de dos o tres estudiantes. Distribuya las copias de las fotografías lunares, la cinta adhesiva o la goma, las tijeras y una hoja de papel en blanco para cada grupo. Pídale a los estudiantes que recorten las fotos. Su meta es colocarlas en la hoja de papel en blanco en el orden que ellos creen que las verían, si observaran la Luna por varias semanas. Deles de 5 a 10 minutos para trabajar con las fotos.

© 1994 Pacific Science Center, Astro Adventures

Nota al maestro: A medida que cada grupo complete su secuencia, pregunte por qué el grupo escogió ese orden específico. No evalúe si cada secuencia es correcta. Use la conversación para alentar a los estudiantes a pensar y para darle a usted una mejor idea sobre lo que saber de las fases de la Luna.

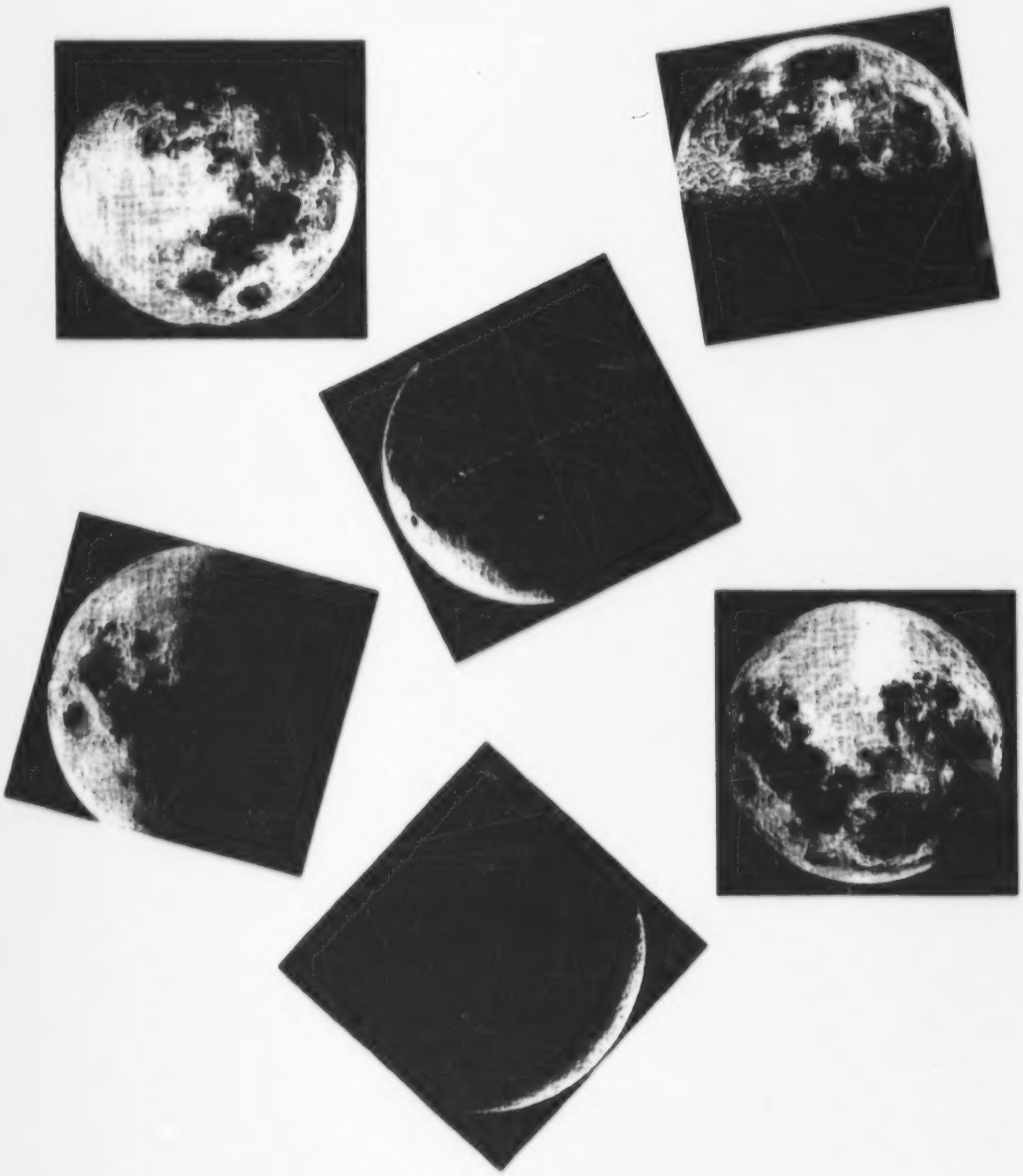
4. Una vez que cada grupo esté satisfecho con el orden de las fotos, los estudiantes deberán pegarlas en la hoja de papel en blanco. Pídales que numeren las fotos del uno al seis, en el orden en que se verían. Asegúrese de que indiquen dónde es "arriba".
5. Cuando todos los grupos hayan completado su secuencia de fotos, pídales que miren las predicciones otros grupos. Pídales a los grupos que expliquen las razones que usaron para escoger su secuencia. Motive discusiones sobre si una secuencia es más apropiada que otra.

   Nota al maestro: Esta discusión no debe conducir a una conclusión sobre que secuencia es la más apropiada. Debe ser usada para establecer el tono para descubrimientos futuros sobre las fases de la Luna.
6. Pegue las predicciones en una cartelera como referencia para las siguientes actividades. Durante la siguiente actividad, motive a los estudiantes a que reexaminen periódicamente las fotografías para determinar si quieren revisar sus predicciones.

   Nota al maestro: Si uno examina las características de la Luna cuidadosamente, es posible determinar la secuencia en la cual las fotos fueron tomadas — excepto que el orden puede ser invertido y las imágenes pueden estar al revés. En este momento, usted no querrá dejarles saber la secuencia correcta. Los estudiantes descubrirán la secuencia apropiada por si mismos durante la siguiente actividad.

© 1994 Pacific Science Center, Astro Adventures

FOTOGRAFÍAS LUNARES



Recorta cada imagen.
Ordénalas de la manera en que crees que verías la Luna durante las próximas semanas.

© 1994 Pacific Science Center, Astro Adventures

Observando las fases y características de la Luna

Actividad 1.2

Edades: 9-14+

Fuente: Reimpreso con el permiso de *Astro Adventures*, por Dennis Schatz y Doug Cooper. Derechos reservados © 1994 por el Pacific Science Center. No se permite nigún tipo de reproducción de esta actividad sin el permiso escrito del Pacific Science Center. Ordene Astro Adventures del Arches Gift Shop, Pacific Science Center, 200 Second Ave. N., Seattle, WA 98109-4895, U.S.A.; Tel.: (206) 443-2001.

¿De qué trata esta actividad?

Esta actividad invita a los estudiantes a observar la secuencia de los cambios en nuestra Luna. Involucra a los estudiantes en el proceso de observación científica y es una guía para la siguiente actividad, *Modelos de las fases de la Luna*, que explora con más profundidad la causa de las fases. Antes de empezar la actividad, es importante entender las preconcepciones que tienen los estudiantes sobre los cambios en la Luna.

¿Qué harán los estudiantes?

Los estudiantes llevarán un registro diario de las observaciones de la Luna por un período de un mes. Usando este registro, los estudiantes refinarán sus predicciones sobre las fases de la Luna, y determinarán la secuencia de las fases lunares.

Consejos y sugerencias

- Motive a los estudiantes a ser lo más precisos posible con sus dibujos, observando realmente cuál lado de la Luna está iluminado, y cómo la parte iluminada está "inclinada" o en ángulo hacia el horizonte.
- Para estudiantes menores, otros miembros de la familia pueden ayudar a hacer las observaciones.
- Es mejor empezar esta actividad alrededor del Cuarto Creciente, cuando la Luna es visible en el cielo temprano en la tarde. Después de la Luna Llena, la Luna saldrá muy tarde en la noche.
- Motive a los estudiantes a buscar la Luna temprano en la mañana; muchos se sorprenderán al saber que a veces es posible verla durante el dia.

Esta actividad provee una oportunidad para examinar las teorías personales de los estudiantes sobre las fases de la Luna. Además, permite estudiar cómo las observaciones pueden ayudar a los científicos a contradecir teorías incorrectas. Muchas personas creen que las fases de la Luna se ven diferentes desde lugares diferentes en la Tierra, o que se deben a nubes que cubren parte de la Luna (esta ideas se explorarán más en la siguiente actividad). Usted puede abordar algunos de los conceptos erróneos más comunes, pidiéndole a los estudiantes que observen la Luna consistentemente desde un lugar particular, y que describan el clima durante cada observación. Adicionalmente, después de discutir conceptos erróneos, puede pedirle a los estudiantes que creen experimentos para refutarlos.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Fases de la Luna	Observar	Pautas de cambio
El "mes" y su relación con las fases lunares	Registrar	
	Inferir	

Observando las fases y características de la Luna

por Dennis Schatz y Doug Cooper
Pacific Science Center

Esta actividad invita al estudiante a aprender más, con el fin de determinar la secuencia más apropiada de las fases de la Luna. Los estudiantes observan la Luna durante un período que va de dos semanas a un mes, documentan sus observaciones y las comparan con la secuencia de fotografías de la actividad anterior.

CONCEPTO

La Luna tiene una secuencia de fases específica que puede ser observada y documentada.

OBJETIVOS

Los estudiantes:

- escribirán el resultado de sus observaciones diariamente.
- usarán las observaciones para mejorar sus predicciones sobre las fases de la Luna.
- usarán sus observaciones para determinar la secuencia de las fases de la Luna.

MATERIALES

- Tabla para documentar las observaciones de la Luna
- Lápiz
- Binoculares (opcional)
- Tablilla con sujetapapeles u otra superficie firme

PROCEDIMIENTO

Preparación por adelantado:

Fotocopie la tabla de registro de observación lunar. Busque en un almanaque, periódico o calendario, la fecha en que el Cuarto Creciente será visible para el mes en que planea realizar esta actividad. Se recomienda empezar esta actividad dos o tres días antes del Cuarto Creciente.

1. Empiece esta actividad en la tarde, cuando la Luna en cuarto creciente es visible en el cielo. Es posible que los estudiantes no se hayan dado cuenta de que algunas veces la Luna es visible durante el día. Empezar en la tarde le permitirá ayudar a los estudiantes en algunas de las observaciones diurnas de la parte inicial de esta actividad. Los estudiantes podrán usar la habilidad aprendida para realizar las observaciones de noche.
2. Distribuya las copias de la tabla de registro. Dígale a los estudiantes que tendrán la oportunidad de determinar la secuencia de las fotos de la Luna de la actividad anterior, al observar la Luna durante las próximas dos o cuatro semanas.
3. Explique cómo usar la tabla:
   a. Lleve la clase afuera y encuentre la Luna. Anote la fecha, hora de la observación y la forma de la Luna. Las fotos en la parte superior de la tabla ayudarán al estudiante a escoger la fase de la Luna más apropiada.

      Nota al maestro: Si los estudiantes preguntan lo que significan "creciente" y "menguante", mencione que estos conceptos se cubrirán en

© 1994 Pacific Science Center, Astro Adventures

la siguiente actividad. Una explicación completa revelaría los resultados prematuramente.

b. Lleve a los estudiantes afuera en días despejados para repetir sus observaciones. Después de la primera observación, lleve a cabo una actividad en clase para predecir cuál será la fase de la Luna en la siguiente observación.

c. Ponga en el salón una copia de la tabla de observaciones, donde se resumirán observaciones diarias.

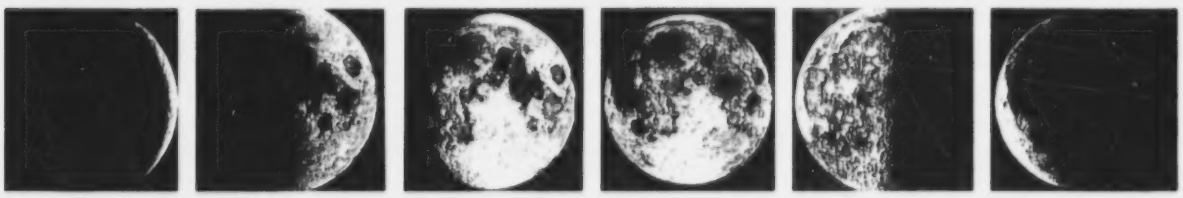
4. Los estudiantes deberán trabajar independientemente durante las primeras cuatro semanas de observación. Ofrecerán reportes periódicos a la clase sobre sus observaciones.

5. A medida que progresan las observaciones, use los resultados para determinar cuáles de las secuencias de las fotos de la Luna es la más apropiada. Varias serán posibles, a menos que los estudiantes sepan cuál es la parte superior de la Luna. Si no se dan cuenta que existen varias posibilidades, necesitará indicarlo en clase. Dirija la discusión sugiriendo que observen características de la superficie de la Luna, durante observaciones consecutivas, para ver cuáles están en la parte superior. Este es un buen momento para introducir las distintas características visibles en la Luna, tales como cráteres, mares y rayos.

ADICIONAL

Estudiantes avanzados pueden considerar cómo cambiarían sus observaciones de la Luna si vivieran en el hemisferio opuesto. Este es un problema difícil para estudiantes de nivel primaria, pero sirve para estimular la investigación a largo plazo.

Nota al maestro: Este es el orden más apropiado de las fotos de la Luna usadas en la actividad anterior. La foto de la Luna Llena en la información de fondo se puede usar para determinar la orientación correcta.

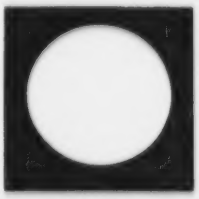


EL ORDEN MÁS APROPIADO

© 1994 Pacific Science Center, Astro Adventures

TABLA DE REGISTRO DE OBSERVACIÓN LUNAR

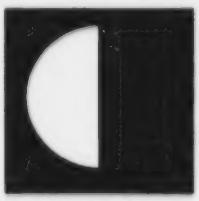
NUEVA



LLENA

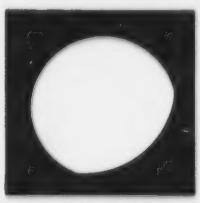
CRECIENTE

MENGUANTE

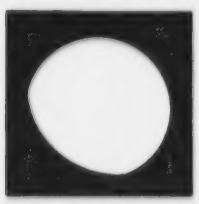


CUARTO MENGUANTE

CUARTO CRECIENTE



GIBOSA MENGUANTE



GIBOSA CRECIENTE

Instrucciones: Encuentra la Luna en el cielo. Anota la fecha y hora. Sombrea el círculo para mostrar la apariencia de la Luna.

DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
FECHA _____ HORA _____	FECHA _____ HORA _____	FECHA _____ HORA _____	FECHA _____ HORA _____	FECHA _____ HORA _____	FECHA _____ HORA _____	FECHA _____ HORA _____
FECHA _____ HORA _____	FECHA _____ HORA _____	FECHA _____ HORA _____	FECHA _____ HORA _____	FECHA _____ HORA _____	FECHA _____ HORA _____	FECHA _____ HORA _____
FECHA _____ HORA _____	FECHA _____ HORA _____	FECHA _____ HORA _____	FECHA _____ HORA _____	FECHA _____ HORA _____	FECHA _____ HORA _____	FECHA _____ HORA _____
FECHA _____ HORA _____	FECHA _____ HORA _____	FECHA _____ HORA _____	FECHA _____ HORA _____	FECHA _____ HORA _____	FECHA _____ HORA _____	FECHA _____ HORA _____

© 1994 Pacific Science Center, Astro Adventures

BEST COPY AVAILABLE

Modelo de las fases de la Luna

Actividad 1.3

Edades: 9-14+

Fuente: Reimpreso con el permiso de *Astro Adventures*, por Dennis Schatz y Doug Cooper. Derechos reservados © 1994 por The Pacific Science Center. No se permite ningún tipo de reproducción de esta actividad sin el permiso escrito del Pacific Science Center. Ordene *Astro Adventures* al Arches Gift Shop, Pacific Science Center, 200 Second Ave. N., Seattle, WA 98109-4895, U.S.A.; Tel.: (206) 443-2001.

¿De qué trata esta actividad?

Con materiales simples, los estudiantes explorarán las fases de la Luna, por qué cambian, por qué una fase en particular es visible a cierta hora del día o de la noche. Las investigaciones en educación han demostrado que los estudiantes se aferrarán a sus ideas erróneas sobre las causas de las fases lunares aún después de escuchar la explicación correcta. Esta actividad es la mejor forma de que los estudiantes confronten sus teorías personales y descubran la verdad.

Esta actividad no sólo demuestra la causa de las fases lunares: también ayuda a desarrollar el sentido de percepción espacial de los estudiantes, ya que éstos necesitarán crear una imagen mental del Sol, la Luna y la Tierra en el espacio.

¿Qué harán los estudiantes?

Los estudiantes usarán bolas de unicel (icopor) para simular la Luna, las cuales serán iluminadas por una fuente de luz en el salón de clases. Observarán cómo cambia la iluminación de diferentes porciones de la bola al sostenerla de diferentes maneras. Crearán una serie completa de fases que tiene la misma apariencia que la serie de fases de la Luna. Entenderán la relación entre las fases lunares y las posiciones de la Tierra y el Sol.

Consejos y sugerencias

- Esta actividad funciona mejor en un salón oscuro con una luz brillante. Asegúrese de tener tiempo para prepararse si su salón de clases no se puede oscurecer fácilmente o es difícil encontrar una luz brillante. Las bolsas plásticas negras para basura le pueden servir para cubrir las ventanas. Un proyector vertical puede servir como fuente de luz.
- Esta actividad requiere una visualización que puede ser difícil para algunos estudiantes, así que es útil hacerla con grupos pequeños. Mientras tanto, el resto de la clase puede trabajar en su tabla de fases o en otro proyecto, o hacer la actividad más de una vez.
- Los estudiantes observarán que su propia sombra cubre la bola de la Luna cuando la Luna está opuesta a la fuente de luz, simulando un eclipse lunar durante la fase de "Luna Llena". Pídales que sostengan la bola de la Luna sobre o debajo de la sombra de su cabeza y que ignoren el eclipse por el momento. En otra clase estudiarán los eclipses.
- Con el fin de tener una idea de las preconcepciones de los estudiantes, antes de la actividad pida a la clase que haga una lista de las posibles explicaciones de las fases lunares. No comente sobre la validez de las teorías ofrecidas. Pídale a cada estudiante que escriba su propia explicación, basada en lo que ha escuchado. Después de la actividad, pídales que vuelvan a escribir su explicación de las fases y discutan cualquier cambio en las ideas originales. Dígale a los estudantes que hagan esta actividad en casa con sus familias, o que hagan una demostración a estudiantes de menor edad y que ellos escriban reportes sobre sus resultados.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Fases de la Luna	Explicar	Pautas de cambio
	Observar	
	Razonar	
	Reconocer prejuicios	

Modelo de las fases de la Luna

por Dennis Schatz y Doug Cooper
Pacific Science Center

Esta actividad permite a los estudiantes usar modelos del Sol, la Tierra y la Luna para descubrir por qué ocurren las fases de la Luna.

CONCEPTO

La fase de la Luna que se observa está determinada por su posición relativa a la Tierra y al Sol.

OBJETIVOS

Los estudiantes:

- establecerán el orden de las fases de la Luna
- demostrarán cómo la posición relativa de la Luna con respecto a la Tierra crea las fases.

MATERIALES

- Bombilla en rosca (o una lámpara sin pantalla, o un proyector vertical)
- Cable de extensión
- Una bola de unicel (icopor) o una esfera pintada de color claro para cada estudiante (como modelo de la Luna)
- Lápiz y papel
- Cuarto oscuro

PROCEDIMIENTO

Preparación por adelantado:

Consiga suficientes bolas para cada uno de los estudiantes. Asegúrese que hay suficiente espacio para que los estudiantes se paren y se muevan, a medida que trabajan en esta actividad. Revise que la lámpara o bombilla usada como Sol funciona apropiadamente y que se puede colocar al frente del salón, donde todos puedan verla. Para esta actividad, el salón necesitará estar completamente oscuro.

1. Revise los resultados de la *Actividad 1.2, Observando las fases de la Luna*, la cual mostró que la Luna pasa por una secuencia de fases. Trabaje con los estudiantes para repasar el orden de las fases desde una Luna Llena hasta la siguiente.
2. Explique que para entender por qué ocurren las fases de la Luna, los estudiantes necesitan estudiar modelos de la Luna, la Tierra y el Sol. Coloque la lámpara en el frente del salón. Recuerde a los estudiantes las medidas de seguridad que deben seguir cuando se acerquen a la bombilla caliente y al cable eléctrico. Pida a los estudiantes que formen un semicírculo mirando la lámpara. Explique que la lámpara representa el Sol, que sus cabezas representan la Tierra y sus narices representan la ciudad donde se encuentran.
3. Pida a los estudiantes que se paren como si fuera mediodía en su ciudad. Si ocurre algún desacuerdo, permítales discutir hasta que estén de acuerdo en que el mediodía ocurre cuando sus narices están señalando hacia el "Sol". Pídales que se paren como si fuera la medianoche. Deberán voltearse con sus caras en dirección opuesta al Sol. Pídales

© 1994 Pacific Science Center, Astro Adventures

que se paren como si el Sol estuviera saliendo y poniéndose. Para ésto necesitarán saber que su cabeza, la "Tierra", rota de derecha a izquierda, con el hombro derecho moviéndose hacia adelante. Practique las ideas de la salida del Sol, el mediodía, la medianoche y la puesta del Sol, hasta que esté seguro que los estudiantes las entienden.

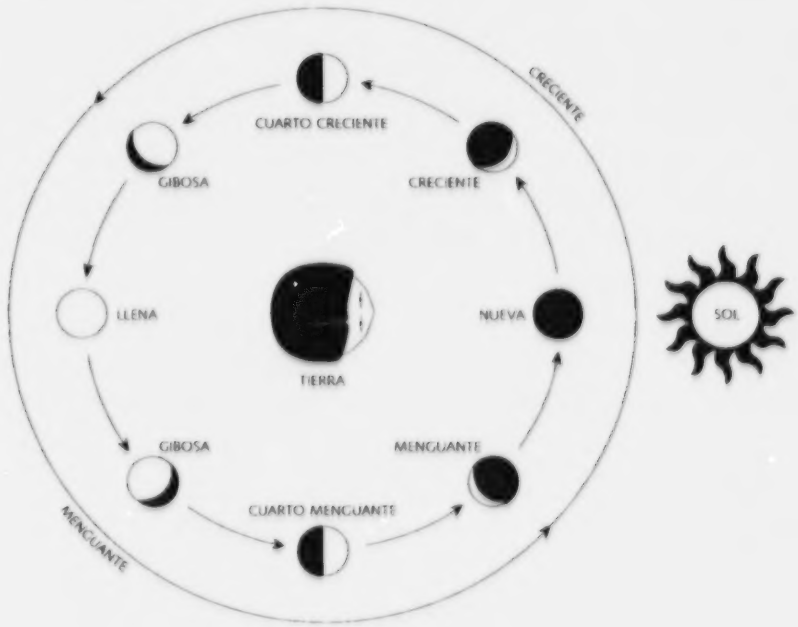
4. Distribuya el modelo de la Luna, representado por la bola, a cada estudiante. Pida a los estudiantes que claven un lápiz en la bola para que sea más fácil sostenerla y no interfiera con su habilidad de observar el modelo. Diga a los estudiantes que sostengan los modelos de la Luna a la distancia del brazo extendido. Deles tiempo para que exploren cómo cambia la luz del Sol que cae sobre la Luna, a medida que colocan sus lunas en diferentes posiciones alrededor de sus cabezas.
5. Escoja una de las fases lunares y pida a los estudiantes que encuentren la posición en la órbita de la "Luna", donde la fase será visible. (El Cuarto Creciente es una buena fase para empezar.) Motive a los estudiantes a comparar sus resultados y a discutir las diferencias. Pregunte a un estudiante que tenga la posición correcta, por qué cree que es correcta. Podrá comprobar fácilmente si los estudiantes entienden, viendo si todos tienen sus lunas en la misma posición.
6. Haga que los estudiantes demuestren otras fases, como la Luna Llena , el Cuarto Menguante y la Luna Nueva. A medida que aprenden a sostener el modelo de unicel para cada fase de la Luna, rételos a determinar la dirección en que viaja la Luna alrededor de la Tierra para crear las fases en el orden correcto. (La bola debe moverse de derecha a izquierda, en órbita alrededor de la cabeza).
7. Dele tiempo a los estudiantes para experimentar con el movimiento de la Luna. Permítales trabajar juntos para dibujar un diagrama de la posición de la Luna para cada una de las fases. Pídale a los estudiantes que establezcan explícitamente qué causa las fases de la Luna. (La rotación de la Tierra — tu cabeza — hace que la Luna salga y se ponga cada día, pero no afecta la fase de la Luna. Las fases son causadas por el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra).
8. Pida a los estudiantes que comparen sus posiciones para la Luna con las del diagrama de fases a continuación.

© 1994 Pacific Science Center, Astro Adventures

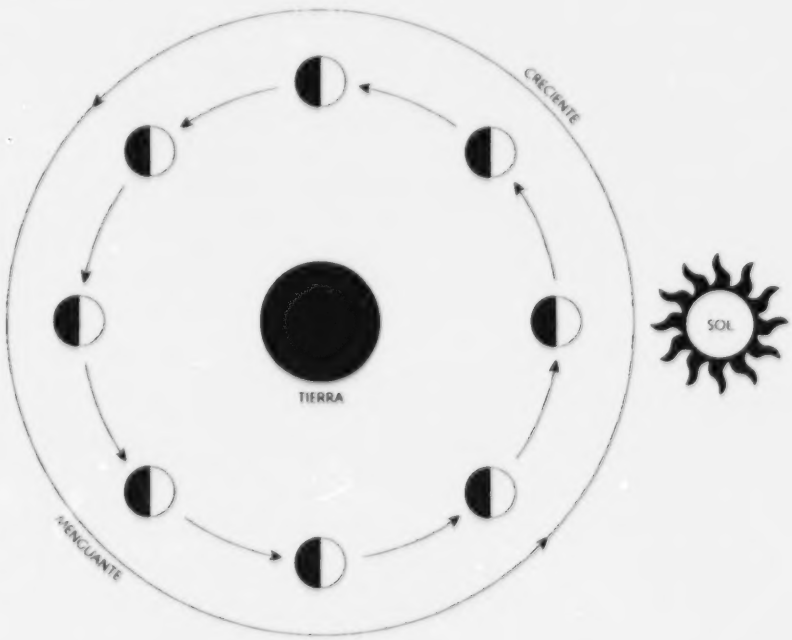
1.3, Modelo de las fases de la Luna

LA LUNA VISTA DESDE LA TIERRA

LA LUNA VISTA DESDE LA TIERRA



LA POSICIÓN DE LA LUNA RELATIVA A LA TIERRA Y EL SOL, VISTA DESDE EL ESPACIO, SOBRE NUESTRO SISTEMA SOLAR



© 1994 Pacific Science Center, Astro Adventures

Modelos de eclipses

Actividad 1.4

Edades: 12-14+

Fuente: Reimpreso con el permiso de *Astro Adventures* por Dennis Schatz y Doug Cooper. Derechos reservados © 1994 por el Pacific Science Center. No se permite ningún tipo de reproducción de esta actividad sin el permiso por escrito del Pacific Science Center. Ordene *Astro Adventures* del Arches Gift Shop, Pacific Science Center, 200 Second Ave. N., Seattle, WA 98109-4895, U.S.A.; Tel.: (206) 443-2001.

¿De qué trata esta actividad?

La actividad de modelos de las fases de la Luna también se puede usar para simular los eclipses lunares y solares. Los eclipses lunares ocurren cuando la sombra de la Tierra cae sobre la Luna durante la fase de Luna Llena. La Luna se oscurecerá significativamente (pero no desaparecerá). Los eclipses solares ocurren cuando la Luna pasa entre la Tierra y el Sol, bloqueando temporalmente la luz del Sol sobre una pequeña porción de la superficie de nuestro planeta.

Con las esferas de unicel y la fuente de luz de la actividad previa, los estudiantes verán que su sombra cubre ocasionalmente a la esfera de la Luna, creando un eclipse lunar. También podrán observar la sombra de la esfera de la Luna cubriendo a veces su cara, creando un eclipse solar. La actividad tiene información de fondo y fotos para explicar por qué ocurren ambos tipos de eclipses.

¿Qué harán los estudiantes?

Los estudiantes simularán eclipses solares y lunares usando esferas y una fuente de luz. Observarán cómo ocurren ambos tipos de eclipses, predecirán cuando pueden ocurrir los eclipses, y considerarán si más gente ve eclipses lunares que solares.

Consejos y sugerencias

- Señale que la Luna está a un promedio de 30 diámetros terrestres de la Tierra. Esta es una distancia mucho más grande de la que se puede mostrar en un diagrama de un texto. Tales diagramas pueden llevar a los estudiantes a pensar que los eclipses deberían ocurrir cada mes.
- Los aros de hula-hula son útiles para demostrar la órbita de la Luna alrededor de la Tierra, y las posiciones relativas de la Luna y el Sol, pero pueden confundir a algunos estudiantes porque el Sol está mucho más lejos (aproximadamente 400 veces más lejos que la Luna). La actividad se puede hacer sin los aros.
- Para niños mayores, discuta qué pasa cuando sólo una porción de la bombilla es cubierta por la bola de la Luna (un eclipse parcial), o cuando la bola es más pequeña que la bombilla (un eclipse solar anular). Estos eventos usualmente se ilustran en los textos de astronomía de escuela superior.
- La mayoría de los programas de computador para astronomía incluyen demostraciones de eclipses. Algunos programas (*Voyager*, para Mac, *The Sky* para DOS y Windows, entre muchos otros) pueden predecir la fecha, la hora y el lugar de eclipses futuros, y simular la vista desde diferentes lugares de la Tierra.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Eclipses solares	Experimentar	Pautas de cambio
Eclipses lunares	Observar	Interacciones
Fases de la Luna	Razonar	Modelos
Órbita de la Luna	Predecir	

Modelos de eclipses

por Dennis Schatz y Doug Cooper
Pacific Science Center

Esta actividad explora el por qué, cuándo y cuán a menudo ocurren los eclipses solares y lunares; usando los modelos de la Tierra, la Luna y el Sol de la *Actividad 1.3, Modelo de las fases de la luna.*

CONCEPTOS

Los eclipses son causados por el alineamiento periódico de la Tierra, la Luna y el Sol. Distintos alineamientos crean eclipses lunares y solares.

OBJETIVOS

Los estudiantes:

- distinguirán entre eclipses lunares y solares.
- representarán cómo ocurren los eclipses lunares y solares.
- predecirán cuándo hay mayor probabilidad de que ocurra un eclipse.
- determinarán si más personas pueden ver un eclipse lunar total o un eclipse solar total.

MATERIALES

- Bombillla en una rosca (o una lámpara sin la pantalla)
- Cable de extensión
- Una esfera de unicel (icopor, tergopor) u otro material (como modelo de la Luna)
- Lápiz y papel
- Dos aros hula-hula

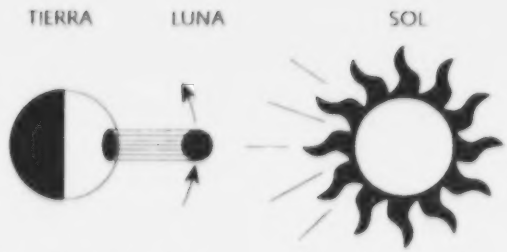
PROCEDIMIENTO

Preparación por adelantado:

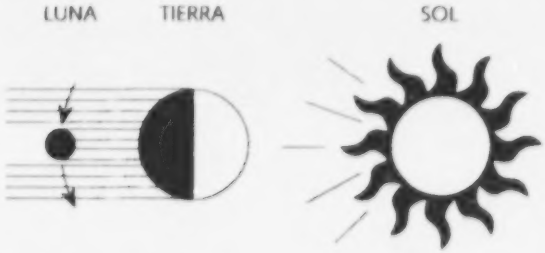
Lea la información sobre eclipses al final de esta unidad para una explicación más detallada sobre ellos.

1. Pregunte a los estudiantes si saben la definición de eclipse y la diferencia entre un eclipse solar y un eclipse lunar. Explique que esta acitividad les ayudará a entender la diferencia entre esos dos tipos de eclipses y por qué ocurren.
2. Prepare el equipo como se usó en la *Actividad 1.3* (estudiantes en un semicírculo y mirando a la lámpara). Pídales que muevan la Luna en órbita, hasta que bloquee completamente su vista de la lámpara. Explique que cuando la Luna se encuentra entre la Tierra y el Sol y bloquea el Sol, se produce el eclipse solar. Los estudiantes pueden recordar esto si piensan en la imagen del Sol bloqueado. Pídale a los estudiantes que se coloquen de tal manera que la vista de la Luna Llena esté bloqueada por la sombra de la Tierra. Pídales que digan en qué fase debe estar la Luna para producir cada tipo de eclipse.
3. Ahora que los estudiantes saben cuáles son las causas de los eclipses, pídales que predigan cuán a menudo deberá haber eclipses solares y lunares, y si más personas verán un eclipse total de Sol o de Luna. Deles tiempo suficiente para trabajar con los modelos de la Luna, antes de guiarlos a las respuestas.
4. A pesar de que los eclipses lunares y solares ocurren con la misma frecuencia, es más raro ver un eclipse total de Sol que un eclipse total lunar.

© 1994 Pacific Science Center, Astro Adventures



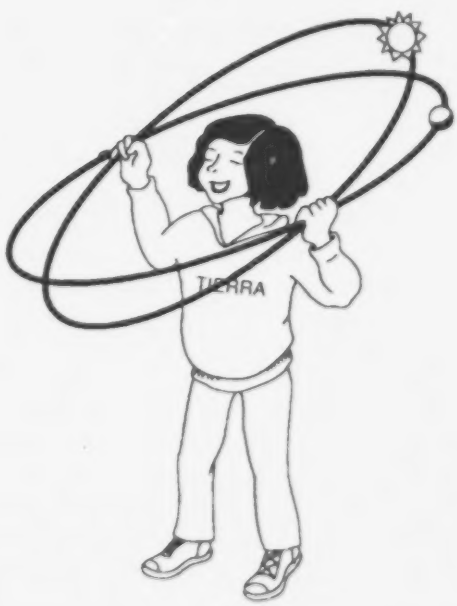
ECLIPSE TOTAL DE SOL
LA LUNA DEBE ESTAR EN LA FASE DE LUNA NUEVA. SÓLO LAS PERSONAS QUE VIVEN EN LA PEQUEÑA REGIÓN DE LA TIERRA DONDE CAE LA SOMBRA DE LA LUNA PUEDEN VER UN ECLIPSE DE SOL.



ECLIPSE LUNAR TOTAL
LA LUNA DEBE ESTAR EN LA FASE DE LUNA LLENA. TODAS LAS PERSONAS EN EL LADO DE NOCHE DE LA TIERRA PODRÁN VER EL ECLIPSE LUNAR.

Pídale a los estudiantes que escojan un compañero para trabajar. Uno de los dos sostendrá la bola de la Luna para producir un eclipse solar. El otro observará cómo la sombra de la Luna cae en el rostro de su compañero. Pídale a los estudiantes que piensen en esta pregunta: ¿si la cabeza del estudiante fuera la Tierra, desde qué parte de la Tierra se podría ver el eclipse solar? Ahora, uno de los dos sostendrá la bola de la Luna para producir un eclipse lunar. Pregunte si más personas podrán ver un eclipse lunar o un eclipse solar. Escriba la lista de predicciones de cuán a menudo deben ocurrir eclipses lunares y solares, junto con las razones para esas predicciones.

5. Sostenga dos aros de hula-hula sobre su cabeza, como se muestra en la ilustración, para demostrar la relación entre la ruta del Sol y la Luna vistos desde la Tierra (su cabeza). El aro de adentro es la órbita de la Luna, que hace una revolución completa cada 29.5 días. Pida a un estudiante que use el modelo de la Luna para seguir la ruta de la Luna alrededor de la Tierra. Discute la ruta de la Luna alrededor de la Tierra.
6. El aro de afuera representa la ruta aparente del Sol, vista desde la Tierra. El Sol parece moverse alrededor de la Tierra durante un año. (A pesar de que la Tierra se mueve alrededor del Sol, nuestra vista desde la Tierra hace ver como si fuera el Sol el que va alrededor de la Tierra). Pídale a un estudiante que trace la ruta del Sol alrededor del aro. Pregunte cómo difiere de la de la Luna. ¿Dónde deberán estar el Sol y la Luna para que se produzca un eclipse? (En los puntos de intersección).
7. Use el conocimiento de los estudiantes de la frecuencia de estas interserccciones para determinar que tan a menudo ocurren los eclipses.



© 1994 Pacific Science Center, Astro Adventures

Revolución y rotación de la Luna

Actividad 1.5

Edades: 9-14

Fuente: Jeanne E. Bishop, *Westlake Public Schools*, 27830 Hilliard Road, Westlake, OH 44145, U.S.A. Tomado del folleto, *Astronomical Models with a Twist: Dynamic Student Astronomical Models*, derechos reservados de autor, 1995, por Jeanne Bishop.

¿De qué trata esta actividad?

La Luna gira sobre si misma en el mismo tiempo en que rota alrededor de la Tierra, lo cual resulta en que el mismo lado de la Luna da para la Tierra permanentemente. Los astrónomos llaman a esto "rotación sincrónica"; este es un fenómeno que no está limitado al sistema Tierra-Luna. En esta actividad, los estudiantes harán un modelo dinámico de tamaño humano para entender la rotación sincrónica. Los estudiantes que tomen parte en el modelo como "Tierra" y "Luna" obtendrán su perspectiva desde esos mundos, mientras los estudiantes que observen desde lejos verán el movimiento del sistema Tierra-Luna.

¿Qué harán los estudiantes?

Un estudiante asumirá el papel de la Tierra, mientras otro asume el papel de la Luna. La Luna mostrará rotación sincrónica, mientras la Tierra confirmará que el mismo lado de la Luna se mantiene a la vista todo el tiempo. Otros estudiantes pueden ver el sistema Tierra-Luna en acción.

Consejos y sugerencias

- Esta actividad requiere moverse alrededor del salón de clases. Los estudiantes deberán entender que su atención y cooperación total son necesarias. Los estudiantes necesitan estar callados durante la demostración para que puedan darse las instrucciones, guías, preguntas y otras discusiones orientadas a la labor.
- Asegúrese de que tiene un área suficientemente grande para el modelo dinámico. Puede mover escritorios y otros muebles fuera del "escenario", usar el gimnasio o ir al patio.
- Asegúrese de que los estudiantes puedan escuchar bien a la persona que da las instrucciones. En el patio puede ser útil un megáfono.
- Si más de un grupo va a realizar el modelo, haga que la clase observe primero a un par de estudiantes.
- Es importante hacerles saber a los estudiantes que el verdadero período de revolución de la Luna (27 1/3 días), que es el mismo que el período de rotación, no es lo mismo que el tiempo que transcurre entre de dos fases iguales (29 1/2 días). Es un error común el confundir estos períodos. La diferencia entre los dos períodos se debe al hecho de que al mismo tiempo que la Luna rota y gira alrededor nuestro, la Tierra también gira alrededor del Sol. Esto significa que se necesitarán algo más de dos días adicionales en cada mes antes de que ocurra el alineamiento de la Tierra, la Luna y el Sol que producirá la siguiente Luna Llena .

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Revolución	Observar	Modelos y simulaciones
Rotación	Visualizar	Sistemas
Rotación sincrónica		Ciclos
		Pautas de cambio

Revolución y rotación de la Luna

por Jeanne Bishop
Westlake Schools Planetarium

INTRODUCCIÓN

A la Tierra le toma 24 horas completar una rotación sobre su eje. A la Luna toma le mucho más tiempo: 27 1/3 días. Este es exactamente el mismo tiempo que le toma a la Luna girar alrededor de la Tierra. Esta rotación sincrónica es difícil de visualizar para los estudiantes; aun los diagramas en los textos son confusos. Es mucho mejor dejar que los estudiantes descubran cómo funciona la rotación sincrónica, moviéndose alrededor en un modelo que simule el sistema Tierra-Luna.

Un estudiante asume el papel de la Luna y rotará (girará en un círculo) en el mismo tiempo que le tome girar alrededor de un segundo estudiante, quien representa la Tierra. El estudiante Tierra puede confirmar que sólo un lado de la Luna está mirando en la dirección de la Tierra, a través del ciclo entero de rotación. La clase observará "la imagen total", y deberá poder explicar la razón por la cual sólo vemos un lado de la Luna desde la Tierra.

La técnica del modelo dinámico usa habilidades visuales y cinestésicas, asociadas con el lado derecho del cerebro. Los estudiantes con fuertes habilidades en el lado derecho del cerebro tendrán más éxito con el modelo dinámico que con la discusión de la lección. La dimensión social del modelo dinámico mantiene el interés y motivación de todos los estudiantes.

OBJETIVOS

- El estudiante entenderá que la Luna gira y rota en el mismo período de tiempo.
- El estudiante descubrirá que el mismo lado de la Luna siempre mira hacia la Tierra.
- El estudiante participará y/o observará un modelo dinámico de los movimientos de la Luna.

MATERIALES

- Fotografías lunares que muestren los "mares" oscuros claramente
- Etiquetas (de cualquier clase, para representar los mares lunares)
- Pedazos de cinta adhesiva transparente o de colores (para marcar la órbita de la Luna)
- Opcional: letreros que digan "Luna" y "Tierra" para que los estudiantes sujeten mientras hacen el modelo

PROCEDIMIENTO

1. Muestre en clase un grupo de fotografías de la Luna en diferentes fases. Pregúntele a los estudiantes si ven algunas regiones oscuras (mares lunares) que parecen estar en la misma posición en las diferentes fotografías. Los estudiantes deben descubrir que las mismas regiones oscuras están casi siempre en las mismas posiciones cuando vemos la Luna. Eso significa que el mismo lado de la Luna debe mirar hacia la Tierra todo el tiempo. Pídale a los estudiantes que piensen (y tal vez, que discutan en pequeños grupos) sobre cómo es posible que la Luna gire alrededor de la Tierra cada mes, y siempre mantenga la misma cara hacia nosotros.
2. Seleccione a un estudiante para ser la Luna. Seleccione otro estudiante para ser la Tierra. Coloque etiquetas en la cara de la "Luna" para representar algunos de los principales mares oscuros.
3. Identifique un círculo para la órbita de la "Luna". Márquelo con los pedazos de cinta adhesiva. Coloque un punto en el centro.

© 1995 por Jeanne E. Bishop

4. Pídale al estudiante que representa la Tierra que se pare sobre el punto dentro de la órbita de la Luna.
5. Pídale al estudiante que representa la Luna que siga la "órbita" de cinta adhesiva y camine alrededor de la Tierra. El estudiante que representa la Luna debe girar una vez en su órbita alrededor de la Tierra, manteniendo su cara hacia la Tierra en cada posición. ¿Qué tiene que hacer el estudiante para lograr esto?
6. Pregúntele a la "Tierra" qué ve de la "cara de la Luna", al detenerse la Luna después de cada cuarto de revolución. "¿Están las etiquetas siempre apuntando hacia tí de la misma manera?" Esta es la manera en que los estudiantes pueden revisar si están haciendo la simulación correctamente.
7. Detenga la "Luna" en cada cuarto de revolución para preguntar cómo ha mantenido la misma cara hacia la "Tierra". Los estudiantes deben poder señalar que la Luna tuvo que hacer un cuarto de rotación en el mismo intervalo, para poder mantener su cara hacia la Tierra. Después de otro cuarto de revolución, la Luna, de nuevo, tuvo que girar sus hombros lo suficiente para hacer un cuarto de giro. Por lo tanto, los estudiantes deberán ver que la Luna está orbitando y girando a la misma rapidez.
8. Haga que los estudiantes tomen turnos representando la Tierra, la Luna y que observen el sistema de la Tierra y de la Luna.

NOTAS PARA EL MAESTRO

- La actividad puede extenderse para estudiantes mayores, al incluir el estudio de los pequeños balanceos que se observan desde la Tierra en la porción iluminada de la Luna. Este balanceo se llama "libración". La libración se debe al cambio en la velocidad de la Luna en su órbita debido a que esta última es elíptica. A pesar de que la duración total del período de revolución de la Luna es exactamente el mismo que la duración de su período de rotación, a veces la Luna gira más rápido de lo que rota y a veces gira más despacio. Si quiere que el modelo dinámico muestre esto, dígale al estudiante que representa la Luna que disminuya un poco su velocidad de revolución a un lado de su órbita, mientras mantiene la velocidad de rotación igual que antes. El resultado será que el lado oriental de la cara de la Luna, el lado en que puede poner una etiqueta que diga "Océano de las Tormentas", mirará más directamente hacia la Tierra. Ahora, dígale al estudiante que representa la Luna que acelere un poco en el lado opuesto de la órbita, mientras mantiene la misma velocidad de rotación que antes. El resultado será que el lado occidental de la cara de la Luna, en el cual puede poner una etiqueta que diga "Mar de la Tranquilidad", mirará más directamente hacia la Tierra. Aún con estudiantes mayores, es mejor hacer el modelo de rotación sincrónica sin libración, antes de tratar de demostrar este último fenómeno.
- Es buena idea recordarle a los estudiantes que este modelo no es a escala. El diámetro de la Luna es aproximadamente 1/4 del de la Tierra. Y en el salón de clases no es posible mostrar a escala las distancias involucradas — la distancia promedio entre la Tierra y la Luna es aproximadamente 30 veces el diámetro de la Tierra.

© 1995 por Jeanne E. Bishop

- Los astrónomos llaman al verdadero período de la revolución de la Luna, de 27 1/3 días, "mes sideral" y al mes de fases de 29 3/4 días, "mes sinódico".
- Algunos lugares en la Internet que pueden ayudar a los estudiantes a observar la Luna y a ver en qué fase está en una noche dada incluyen:

  Mapa de la Luna de Sky & Telescope:
  http://www.skypub.com/sights/images/moonmap.jpg

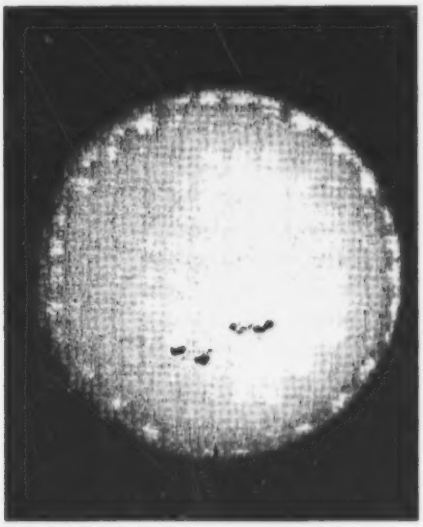
  Inconstant Moon, *con un programa interactivo que muestra la Luna en cualquier fecha y las características que mejor se ven:*
  http://www.inconstantmoon.com/inconstant.htm

  La página Earth and Moon Viewer *es más sofisticada y le permite ver la Tierra y la Luna, desde muchas perspectivas diferentes y con diferentes niveles de detalle:*
  http://www.fourmilab.ch/earthview/vplanet.html

© 1995 por Jeanne E. Bishop

Sección 2

El Sol y las estaciones



Información de fondo:
El Sol y las estaciones

Nuestro Sol es la estrella más cercana a la Tierra. Es una estrella típica, una pelota enorme de gas, tan grande que más de cien Tierras cabrían a lo largo de su diámetro. Se ve imponente por estar tan cerca de nosotros en comparación con el resto de las estrellas en el cielo. Debido a su cercanía, podemos ver en él cosas imposibles de ver en otras estrellas. Estudiando al Sol podemos aprender muchisímo acerca de las estrellas en general.

Aunque los astrónomos saben que el Sol es una estrella relativamente pequeña, este es gigante comparado con la Tierra. ¡El Sol pesa 300,000 veces más que la Tierra y un millón de Tierras podrían caber dentro de él! Es una enorme bola de gas caliente, sin ninguna superficie sólida en su interior. El inmenso peso de las capas exteriores comprime el gas en el centro a temperaturas tan altas (¡15 millones de grados centígrados!) que los átomos de hidrógeno, que componen la mayor parte del gas en el Sol, se "fusionan" y forman helio. Este proceso de fusión de hidrógeno produce tremendas cantidades de energía; cada reacción de fusión de hidrógeno (en la cual cuatro átomos de hidrógeno se convierten en un átomo de helio) produce tanta energía como la producida al quemar 20,000 toneladas métricas de carbón. ¡Cada kilogramo de hidrógeno que se fusiona produce la energía suficiente para levantar una montaña de tamaño promedio 10 kilómetros en el aire! En los últimos cinco billones de años, estas reacciones de fusión le han proporcionado energía al Sol, haciéndolo brillar. Las reacciones continuarán por aproximadamente cinco billones de años más, después de lo cual su número comenzará a disminuir (véase la *Sección 7, Las Estrellas,* para aprender más sobre el futuro del Sol).

La energía que proviene del centro ha transformado las capas exteriores del Sol en hirvientes regiones de actividad. Gran parte de esta actividad está controlada por fuertes campos magnéticos provenientes del interior del Sol. El gas de las capas exteriores es calentado a temperaturas del orden de 5,000 grados centígrados y produce burbujas que suben a la superficie, similares a las burbujas que se ven en el agua hirviendo. Ocasionalmente, manchas solares oscuras aparecen en la superficie. Estas manchas se ven oscuras porque son más frías que el gas que las rodea, aunque en realidad son muy calientes: su temperatura es más de 3,000 grados centígrados. Su tamaño promedio es tal que podrían tragarse a dos Tierras enteras. El número de manchas solares varía de acuerdo a un ciclo de actividad de 11 años: el último máximo de este ciclo ocurrió en el año 2000. Además de las manchas, ocasionalmente se ven erupciones de gas que forman arcos gigantescos sobre la superficie solar. Estas prominencias pueden extenderse más de 500,000 km sobre el Sol. En comparación, la Tierra es minúscula, pués su diámetro es de solo 12,000 km. La erupciones solares son expulsiones de gas extremadamente violentas: una erupción grande produce tanta energía como 10

billones de megatones de dinamita, más de 100 millones de veces la energía producida en la grande más bomba de hidrógeno terrestre.

A pesar de estos ocasionales fuegos artificiales, el efecto del Sol en la Tierra es principalmente benéfico. El Sol nos da calor, luz y energía. Provee energía a las cosas que comemos y gobierna nuestras vidas con el ciclo diario de la noche y el día. La culturas antiguas eran muy conscientes de los ciclos diarios y anuales del Sol, aunque no entendieran sus causas. Pensaban que el Sol se movía alrededor de la Tierra, mientras que esta estaba quieta. Hoy sabemos que es al contrario. El Sol aparenta salir por el este y ponerse en el oeste cada día debido a la rotación de la Tierra sobre su eje. A medida que la Tierra se mueve alrededor del Sol (tomando un año en darle una vuelta completa) el Sol parece moverse hacia el este lentamente, relativo a las estrellas. Obviamente no podemos ver las estrellas durante el día porque el Sol es muy brillante, pero observamos que diferentes constelaciones son visibles en diferentes épocas del año, como consecuencia del movimiento de la Tierra alrededor del Sol. La ruta aparente que sigue el Sol en el cielo durante un año se llama la eclíptica. En realidad es la proyección de la órbita de la Tierra en el cielo.

A medida que la Tierra se mueve alrededor del Sol, nosotros experimentamos las diferentes estaciones. Mucha gente piensa que las estaciones son causadas por los cambios en la distancia de la Tierra al Sol: cuando los dos están más cerca, hace más calor. En realidad, la órbita de la Tierra es casi circular. Durante el año, la distancia entre la Tierra y el Sol cambia poco, menos del cinco por ciento. Esta variación no es suficiente para explicar los cambios de temperatura que ocurren en las estaciones. El argumento de la distancia tampoco puede explicar por qué cuando es verano en el hemisferio sur es invierno en el hemisferio norte y viceversa.

Las estaciones son causadas por la inclinación (23.5 grados) del eje de rotación de la Tierra con respecto al plano de su órbita alrededor del Sol. La Tierra mantiene su eje de rotación fijo en el espacio a medida que se mueve alrededor del Sol: en la actualidad, el eje de rotación está apuntando hacia Polaris, la Estrella Polar (o Estrella del Norte). Debido a esta inclinación fija, en el verano del hemisferio norte la parte norte de la Tierra está inclinada hacia el Sol. Seis meses después, en el invierno del hemisferio norte, la parte norte de la Tierra está inclinada en dirección opuesta al Sol. Cuando nos inclinamos hacia el Sol, hace más calor por dos razones: 1) el Sol de verano es visible por más horas cada día, y por lo tanto nos provee con más energía; y 2) los rayos del Sol del mediodía caen casi verticalmente sobre la Tierra. Esto significa que la luz solar cae directamente sobre la superficie terrestre, sin extenderse mucho, incrementando la cantidad de energía solar que recibimos y calentando la Tierra.

Durante el invierno del hemisferio norte, debido a que el eje de la Tierra está inclinado en dirección opuesta al Sol, el Sol no se levanta mucho en el cielo. Debido a la inclinación de la luz, la energía del Sol es esparcida en áreas grandes, lo que reduce su habilidad de calentar la Tierra. Este hecho, combinado con los días más cortos, hace que las temperaturas sean más bajas en invierno. Las estaciones ocurren de manera opuesta en el hemisferio sur: por ejemplo, cuando el hemisferio norte está inclinado hacia el Sol en el verano, el hemisferio sur está inclinado en dirección opuesta al Sol, lo que produce el invierno.

La energía solar hace posible la vida en la Tierra. Es la fuente de energía para la fotosíntesis en las plantas, las cuales nos dan el oxígeno que respiramos, así como los alimentos que comemos. Nuestra atmósfera almacena calor solar, el cual nos provee con un clima hospitalario para vivir. Sin el Sol, probablemente no estaríamos aquí. A pesar de esto, no pensamos mucho en nuestra estrella más cercana, seguros de que cada mañana, cuando nos despertemos, va a estar ahí, iluminando nuestras vidas.

El Sol

Actividad 2.1

Edades: 9-14

Fuente: Reimpreso con el permiso de *What's in the Sky?* Currículo de Ciencias Terrestres para estudiantes de 8 años. Derechos reservados © 1991 por el Fresno Unified District, Science Resource Center, 3132 E. Fairmont, Bldg. 3, Fresno, CA 93726, U.S.A.; Tel.: (209) 265-2728.

¿De qué trata esta actividad?
Miles de años atrás, la gente alrededor del mundo creía que nuestro Sol era un dios, y cientos de años atrás se pensaba que era una hoguera celestial gigante. Esta actividad es una buena introducción al Sol para estudiantes pequeños, y sirve para ilustrar el proceso de investigación científica. Los estudiantes aprenden sobre el tamaño del Sol (con respecto al de la Tierra), su distancia, su temperatura, composición y fuentes de energía.

¿Qué harán los estudiantes?
Los estudiantes comenzarán observando una vela y discutirán qué propiedades tiene en común con nuestro Sol. Después realizarán una actividad para demostrar dramáticamente la diferencia de tamaño entre el Sol y la Tierra. Al final construirán un mini "horno" solar y discutirán cómo usar la energía del Sol.

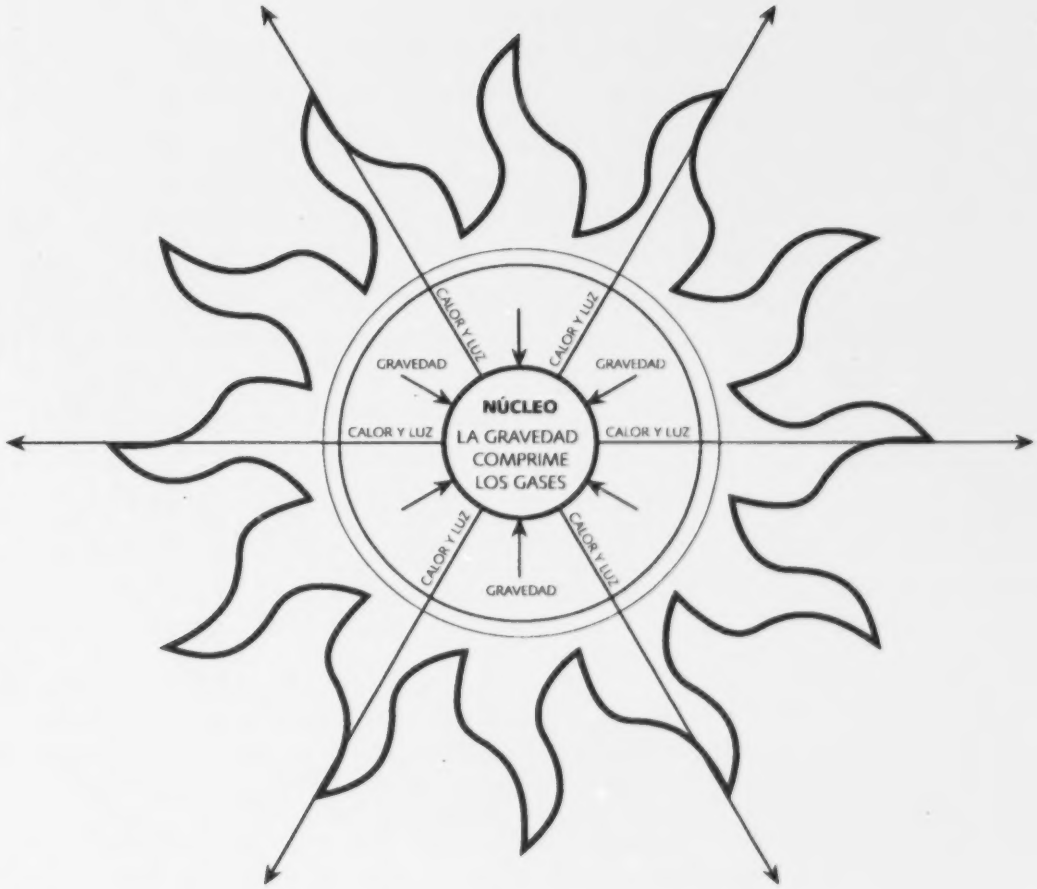
Consejos y sugerencias

- El preguntarle a los estudiantes qué es el Sol y qué propiedades tiene, es una excelente manera de ilustrar cómo funciona la ciencia — empieza con observaciones e infiere o deduce conclusiones basadas en tales observaciones.
- Motive a los estudiantes a considerar por qué otros "soles" son tan débiles en comparación a nuestra estrella local.
- A pesar de que nuestro Sol no es como una vela, la comparación de ambos objetos como fuentes de calor y luz es apropiada para estudiantes pequeños. Usted puede reforzar la diferencia entre el Sol y la vela pidiéndole a los estudiantes que consideren cuánto tiempo duran las velas, comparado con el tiempo que sabemos que ha existido nuestro Sol.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Tamaños de estrellas y planetas	Comparar	Energía
Energía estelar	Medir	Escala
		Modelos y Simulaciones

El Sol



Nuestro Sol, una estrella de tamaño mediano, es un globo enorme de gases brillantes. La razón por la cual el Sol es una estrella tan impresionante es que está más cerca de nosotros que otras estrellas. Está a sólo 150 millones de kilómetros de la Tierra.

Hidrógeno y helio son los principales ingredientes del Sol. El centro del Sol es un "reactor nuclear", que produce energía convirtiendo el hidrógeno en helio. La energía liberada sube a la superficie, después de muchos años y escapa hacia el espacio. Sólo una pequeña parte de la radiación total del Sol alcanza la Tierra. A esta radiación le toma ocho minutos y medio viajar desde el Sol a la Tierra.

Nada es más importante para nosotros en la Tierra que el Sol. Sin el calor y luz del Sol, nuestra Tierra sería una roca estéril cubierta de hielo. El Sol le da energía a las plantas verdes que proveen alimento y oxígeno para la vida en la Tierra. Desde hace tiempo, los seres humanos han reconocido la importancia del Sol y lo han observado cuidadosamente. Los científicos han estudiado el Sol con telescopios desde hace más 200 años, analizando su luz y calor.

© 1991 Fresno Unified School District

TEMA

Sol

CONCEPTOS CLAVES

El Sol está compuesto de gases calientes brillantes. Está lejos de la Tierra. El Sol es mucho más grande que la Tierra. El Sol es la fuente de toda nuestra energía.

MATERIALES

Equipo	Salón de clases
• Vela	• Papel amarillo
• Libro del Sol	• Cuerda y tiza (para dibujar círculo)
• Fósforos	
• Cinta métrica	

INFORMACIÓN

Nuestro Sol, a pesar de parecernos enorme, es una estrella de tamaño mediano. Su diámetro es 109 veces más grande que el de la Tierra y está a 150 millones de kilómetros de distancia. Las estrellas están compuestas de gases calientes.

Los científicos creen que el Sol se formó de una enorme masa compuesta de hidrógeno y helio. La gravedad comprimió los gases, lo que aumentó su temperatura. Cuando los gases se calentaron suficientemente, ocurrió una reacción termonuclear y el Sol comenzó a brillar. Este proceso comenzó hace 4.5 billones de años y continuará aproximadamente por el mismo tiempo.

El Sol libera enormes cantidades de energía en forma de calor y luz. La Tierra recibe sólo dos billonésimas de toda la energía que libera el Sol.

PROCEDIMIENTO

1. Prenda una vela. Pídale a los niños que la observen (la vela despide luz y calor, tiene una llama, tiene colores, etc.) Pídales que piensen en el Sol. ¿En qué se parece la vela al Sol? (despide luz, calor, etc.)
2. Explique a los estudiantes que el Sol consiste de gases brillantes calientes. Es una esfera mucho más grande que la Tierra. Nosotros sólo podemos ver la capa exterior del Sol. En el centro, la gravedad está oprimiendo el hidrógeno con tal fuerza que este explota continuamente. Estas explosiones, producen enormes cantidades de calor y luz que suben a la superficie y escapan hacia el espacio. La luz viaja a través del espacio hacia la Tierra. Cuando choca con nuestro planeta, la energía calienta la Tierra.
3. Pregúntele a los estudiantes por qué necesitamos el Sol y cómo usamos la energía del mismo. Por ejemplo, el Sol nos da luz y calor, necesarios para cultivar plantas (el comienzo del ciclo alimenticio); controla el ciclo del agua, es la causa del viento y las corrientes del océano. Anote las ideas de los estudiantes en una tabla. A medida que aprenden más sobre el Sol, usted puede añadir nuevas cosas a la tabla. La hoja "¿Por qué necesitamos el Sol?" se provee como una hoja de anotaciones o como modelo de una transparencia para toda la clase.
4. Construya modelos del Sol y la Tierra para mostrar a los estudiantes. Es importante mostrarle a la clase un modelo correcto, en tamaño y distancia, del Sol y la Tierra. El diámetro del Sol es 109 veces mayor que el de la Tierra. Se puede hacer un modelo en papel. Dibuje un círculo con un diámetro de 5 cm para la Tierra y un círculo con un diámetro de 55 cm para el Sol (0.5 x 109 = 54.5). Otros modelos son una bola grande de playa (el Sol) y un guisante o arveja (la Tierra) o una bola amarilla grande (el Sol) y la cabeza de un alfiler (la Tierra). Si quiere añadir la Luna, recuerde que su diámetro es solo 1/4 del diámetro de la Tierra. "¿Cuán lejos del

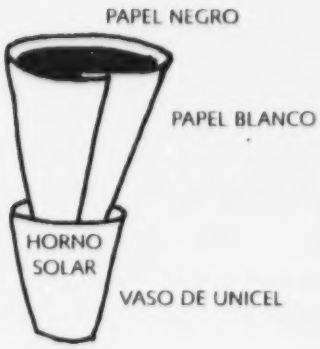
© 1991 Fresno Unified School District

Sol?" se puede usar como una hoja para el estudiante o para darle instrucciones a la clase usando un proyector vertical.

5. Si el Sol es tan caliente y tan grande, ¿por qué no nos quemamos? El Sol está a 150 millones de kilómetros de la Tierra. Lleve a la clase al patio, con sus modelos de la Tierra y el Sol. La distancia entre el Sol y la Tierra es equivalente a 100 diámetros solares. Empiece en el modelo de la Tierra y use su modelo del Sol para medir la distancia de 100 diámetros solares. Si está usando los modelos de papel, la Tierra estará a (100 x 55 cm = 5,500 cm) 55 metros de distancia del Sol. La distancia y el tamaño son muy importantes para los estudiantes. Este es un model preciso que recordarán a lo largo sus estudiantes de astronomía.

EXTENSIÓN

Use la energía del Sol para cocinar. La hoja "Mini Horno Solar" incluye las instrucciones para construir hornos solares simples. Se pueden utilizar vasos de unicel (icopor) usados.



INTEGRACIÓN DEL TEMA

Arte

El Sol y los símbolos solares se han usado como motivos artísticos a través de la historia. Cree su propio diseño solar. Pídale a los estudiantes que decoren círculos. Engrape dos círculos, rellene con material y cuelgue sobre o al lado de los escritorios.

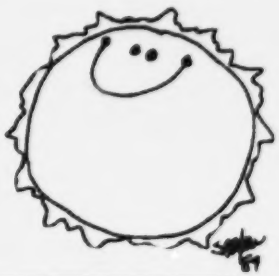
EVALUACIÓN

Pídale a sus estudiantes que escriban sobre sus reacciones a "¿Cuán lejos del Sol?". Deberán demostrar que entienden la diferencia en tamaño entre la Tierra y el Sol.

© 1991 Fresno Unified School District

HOJA DE TRABAJO

¿Por qué necesitamos el Sol?



ASTRÓNOMO: _____

FECHA: _____

Piensa en una lista de todas las maneras en que usamos la energía del Sol.

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

6. _____

7. _____

8. _____

9. _____

10. _____

11 _____

12. _____

Usa la parte de atrás de esta hoja, si tienes más ideas. Pregúntale a un amigo, a tus padres y a otros maestros que te ayuden a añadir a tu lista.

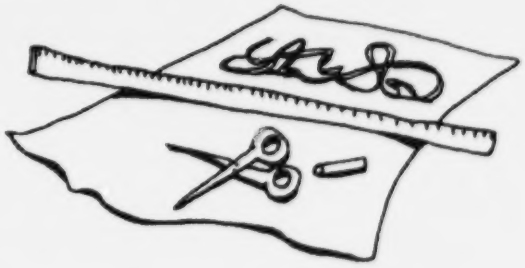
© 1991 Fresno Unified School District

¿Cuán lejos del Sol?

ASTRÓNOMO: _____

FECHA: _____

NECESITARÁS:
papel
tijeras
metro
cuerda
tiza



HAZ ESTO:

1. Haz un modelo del Sol y la Tierra, en papel.
   Tierra – Recorta un círculo de papel de 0.5 cm de diámetro.
   Sol – Recorta un círculo de 55 cm de diámetro. Usa una cuerda y tiza para dibujarlo.

2. Haz un estimado de cuán lejos está el Sol de la Tierra. Coloca los dos modelos a esta distancia. Mide la distancia entre ellos.
   Mi estimado es: _____

3. La Tierra está a 150 millones de kilómetros del Sol. Empieza en la Tierra y pon el modelo del Sol a una distancia de 100 veces su diámetro. Mide la distancia entre ellos. Mi medida: _____

4. Pega tu Tierra al Sol.

5. Si el Sol es mucho más grande que la Tierra, ¿por qué se ve tan pequeño?

© 1991 Fresno Unified School District

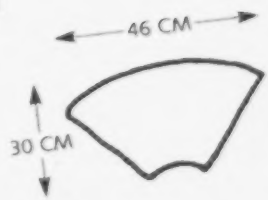
Mini horno solar

ASTRÓNOMO: _____

FECHA: _____

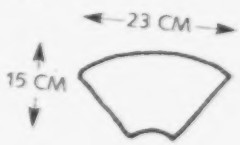
NECESITARÁS:
(Hace un horno)

1– Papel blanco de 30 x 46 cm
1– Papel negro de 15 x 23 cm
Papel de aluminio
Patrones para conos (cartón)
2 Vasos de unicel (icopor)



HAZ ESTO:

1. Usa el cartón para hacer patrones en la forma que se muestra. Dibuja el patrón en la hoja de papel blanco. Recorta la hoja de papel.



2. Cubre ambos lados del papel con papel de aluminio. Enrolla en forma de cono y coloca dentro del vaso. Pon el segundo vaso dentro del cono. Empuja firmemente el segundo vaso contra el papel de aluminio. Esta es la base del horno.

3. Haz otro patrón como en el diagrama. Traza y recorta en papel negro. Dale forma de cono y ponlo dentro del segundo vaso.

4. El horno solar está listo para cocinar. Pon la comida dentro de una bolsita plástica y colócala dentro del horno.

5. Coloca de 4 a 6 hornos en una caja de zapatos. Inclínala para que reciba los rayos del Sol de forma directa. Dale vuelta a la caja para mantener el Sol brillando en los hornos.

6. Alimentos para cocinar incluyen: pedazos de manzanas con pasas y canela, perros calientes en pedacitos o vegetales con mantequilla.

*adaptado del Student Solar Oven por Jo Anne Bottini, *"The Pocket Book"*

© 1991 Fresno Unified School District

Observando el Sol sin riesgos

Actividad 2.2

Edades: 9-14

Fuente: Derechos reservados © 1993 por la *Astronomical Society of the Pacific*. Esta actividad fue creada por el profesor John R. Percy, Division of Sciences, Erindale Campus, University of Toronto, Mississauga, Ontario, Canadá L5L 1C6.

¿De qué trata esta actividad?

Es posible que los estudiantes crean que la astronomía sólo se puede hacer en la noche. Esta actividad es una forma divertida de mostrar que también podemos realizar observaciones durante el día. La actividad describe cómo observar sin peligro el disco del Sol, proyectando su imagen en lugar de hacer una observación directa. Se describen dos métodos de recolectar y enfocar la luz del Sol, usando binoculares y pequeños telescopios, o espejos. Siguiendo las instrucciones, cada método proporciona una manera segura de observar el Sol.

¿Qué harán los estudiantes?

Los estudiantes (o un adulto) usarán binoculares o un pequeño telescopio para proyectar la luz del Sol en un papel, donde podrán detectar manchas solares. Alternativamente, los estudiantes pueden usar un pequeño espejo colocado fuera del salón de clases para reflejar la luz del Sol hacia el salón oscurecido y proyectarla en una hoja grande de papel blanco.

Consejos y sugerencias

- Pídale a los estudiantes que cuenten las manchas solares y que hagan un dibujo del disco solar mostrando su posición aproximada. Haga observaciones durante varias semanas para ver si las manchas se mueven. Galileo realizó un experimento similar para mostrar que el Sol rota sobre su eje.
- El uso del espejo para proyectar la luz solar puede producir imagenes débiles si el espejo no es de alta calidad, o el salón de clases no es lo suficientemente oscuro.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Crear una imagen	Observar	Estructura
Seguridad en experimentos	Usar instrumentos	
	Registrar	

Observando el Sol sin riesgos

por John R. Percy
University of Toronto

El Dr. Percy es profesor de astronomía en la University of Toronto en Canadá y uno de los líderes mundiales en el campo de la educación en astronomía.

Debemos empezar con una advertencia importante: nunca mire directamente al Sol, especialmente cuando estén usando binoculares o un telescopio. La luz de Sol directa puede causar DAÑO PERMANENTE AL OJO en segundos, sin que la víctima se percate de ello hasta que sea demasiado tarde.

Aunque algunos telescopios están equipados con filtros solares, muchos de estos no son confiables y no se deben usar a menos que uno esté absolutamente seguro de lo que está haciendo. Los únicos filtros confiables son algunos de los que encajan sobre el frente del telescopio y reflejan la mayoría de la luz. Para ver directamente al Sol de forma segura, se puede usar vidrio de soldadura #14, o un material patentado conocido como Solar Skreen (Roger W. Tuthill, Inc., 11 Tanglewood Lane, Mountainside, NJ 07092, U.S.A.)

La mejor forma de ver al Sol con binoculares o un telescopio es usando una proyección — mirando a una imagen del Sol en lugar de al Sol mismo. Las instrucciones para hacer esto se ofrecen abajo.

Debemos hacer notar que algunas autoridades escolares creen que todas las observaciones del Sol deberían de estar prohibidas. A pesar de que estos son métodos seguros, siempre existe la posibilidad de que algún estudiante no tome las precauciones necesarias, o desobedezca las instrucciones y ocurra un accidente. Los métodos de proyección que se describen aquí son bastante seguros y el número de accidentes escolares ocasionados por la astronomía es mucho menor que el producido por otras asignaturas.

MIRANDO EL SOL USANDO UNA PROYECCIÓN

Este método es relativamente seguro y permite que muchas personas vean la imagen al mismo tiempo. Necesitará un par de binoculares o un pequeño te- lescopio, un pedazo de cartulina de aproximadamente 30 cm cuadrados, para el "collar" del telescopio y un segundo pedazo de cartulina blanca (o papel), de por lo menos 10 centímetros cuadrados, para la pantalla de proyección. Si usa un telescopio, deberá montarlo en un trípode. Si usa binoculares, los puede sostener con sus manos, pero es más conveniente si improvisa un soporte o trípode. Así tendrá una imagen más estable.

MÉTODO

1. Diseñe un collar de cartulina para el frente de los binoculares o el telescopio, como se muestra en el dibujo. Esto le dará sombra al área donde estará la imagen del Sol y (en el caso de binoculares) cubrirá el lente que no está usando.
2. Enfoque los binoculares o el telescopio al infinito, mirando normalmente a un objeto distante (¡no al Sol!). Si está usando un telescopio, use un ocular de bajo aumento.
3. Apunte los binoculares o el telescopio hacia el Sol (¡NO mire a través del instrumento para hacer esto!), como se ve en el diagrama, y ajuste la dirección hacia donde apunta, hasta que la imagen del Sol aparezca en la pantalla. (Esto puede tomar uno o dos minutos. Un truco útil es mirar la sombra producida por los binoculares o el tubo del telescopio: si está apuntando directamente al Sol, los lados del tubo no

© 1993 Astronomical Society of the Pacific

producirán sombra y la sombra del instrumento será pequeña).

4. Mueva la pantalla de proyección hasta que la imagen del Sol esté en el centro. Ajuste la inclinación, hasta que la imagen del Sol sea circular.
5. Mueva un poco los binoculares o el telescopio. Cualquier manchita en la imagen del Sol que no se mueva junto con la imagen, será debida a polvo en los binoculares o el telescopio (o una mancha en la pantalla), y no a una mancha en el Sol.

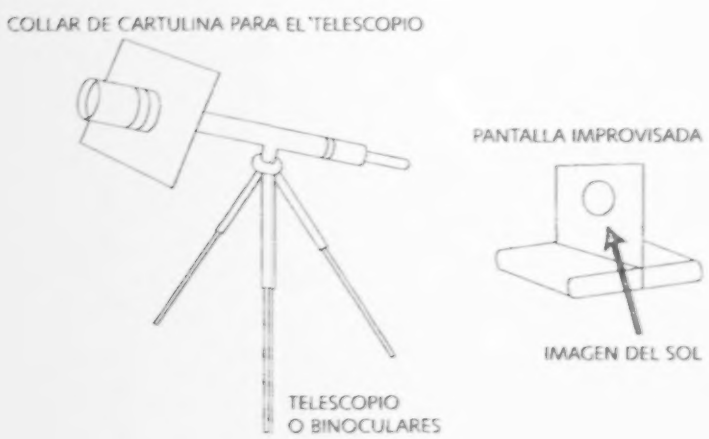
NOTA:

No use binoculares cuyas lentes frontales midan más de 50 milímetros de lado. (Los binoculares normalmente son descritos por un par de números separados por una "x", tales como "7 x 35" o "7 x 50"; el número a la derecha de la "x" es el diámetro de las lentes frontales en milímetros). Lentes de gran tamaño recolectan mucha luz, y la generación de calor debida a la luz solar directa dentro de los binoculares puede dañar su compleja óptica.

OBSERVACIONES

Cuando usted y sus estudiantes examinen una imagen del Sol, notarán las siguientes propiedades:

1. La imagen es más brillante en el centro del disco que en los bordes. Este oscurecimiento de borde ocurre porque cuando observamos el centro del disco solar, estamos mirando directamente a la parte más caliente del Sol. En los bordes del disco, la línea de visión es oblicua y vemos solamente los gases más fríos, menos brillantes y más altos en la atmósfera del Sol.
2. La imagen se mueve lentamente a través de la pantalla. Esto se debe al movimiento de este a oeste del Sol en el cielo, causado por la rotación de la Tierra. La dirección del movimiento de la imagen, por lo tanto, le dice en qué dirección está el oeste en la pantalla.
3. Pueden haber pequeñas manchas negras en la imagen. Estas "manchas solares" son regiones en las capas exteriores del Sol, más frías y, por lo tanto, no tan brillantes como sus alrededores. En las manchas solares, el campo magnético del Sol es excepcionalmente fuerte, lo cual reduce la temperature de la mancha. Cuando se examinan de cerca con un telescopio, las manchas solares son muy complejas. Se pueden formar en pocos días y pueden durar y evolucionar por semanas o meses.



© *1993 Astronomical Society of the Pacific*

FORMA ALTERNA DE VER EL SOL

Este método produce una imagen, la cual es un poco borrosa, pero es suficiente para mostrar manchas solares grandes. Es particularmente adecuado para observar un eclipse parcial de Sol. Es muy seguro y se puede usar para mostrar la imagen del Sol a una clase grande.

Necesitará un espejo pequeño o de bolsillo, un pedazo de cartón (o cinta adhesiva opaca) para cubrirlo y un pedazo de cartulina blanca o papel para usar de pantalla.

MÉTODO

1. Recorte el cartón para que sea del mismo tamaño del espejo y lo cubra completamente.
2. Recorte o perfore un pequeño agujero, como de cinco milímetros de diámetro, en medio del cartón. (Si lo desea puede usar cinta adhesiva opaca para cubrir todo el espejo, excepto una pequeña porción de la superficie).
3. Coloque el espejo en el alféizar de una ventana para que reciba los rayos del Sol. Apague las luces del salón y cierre las cortinas para que la única luz en el salón sea la del Sol.
4. Refleje la luz del Sol en una pared del cuarto oscuro.
5. Coloque una cartulina blanca o papel blanco en la pared para que lo pueda usar como pantalla para mostrar la imagen del Sol.

OBSERVACIONES

1. Notará que la imagen del Sol es redonda (a menos que esté ocurriendo un eclipse), aun si el agujero en el cartón es cuadrado.
2. Puede demostrar que el tamaño de la imagen del Sol es proporcional a la distancia de la pantalla al espejo. A mayor distancia, más grande (y débil) será la imagen. En una clase más avanzada, puede desarrollar una explicación de estas dos observaciones.

Si no tiene un salón donde haya una ventana iluminada por el Sol, puede hacer la actividad afuera. Encuentre un lugar donde pueda interceptar la luz del Sol con su espejo y reflejarla en una pared con sombra. (Mejor aún, refléjela a un salón oscuro). De nuevo, puede usar una hoja de papel en blanco o una cartulina como pantalla. Toma varios minutos descubrir las mejores posiciones para el espejo y la pantalla, pero una vez que esto se ha hecho, es fácil preparar la demostración cualquier otro día.

© 1993 Astronomical Society of the Pacific

Observando la puesta del Sol

Actividad 2.3

Edades: 7-14

Fuente: Reimpreso con el permiso de *PASS (Planetarium Activities for Student Success)*, Vol. 11 *Astronomy of the Americas*. Producido por el *Astronomy Education Program* del Lawrence Hall of Science, University of California, Berkeley. Derechos reservados © 1992 por The Regents of the University of California. Disponible a través del catálogo *Eureka!*, Lawrence Hall of Science, University of California, Berkeley, CA 94720-5200, U.S.A.; Tel.: (510) 642-1016.

¿De qué trata esta actividad?

La observación de los movimientos y cambios en el Sol y las estrellas, es la base para relacionar la ciencia de la astronomía con nuestras vidas. Esta actividad puede servir para motivar a sus estudiantes a observar la naturaleza. Es una excelente introducción para las estaciones. Se puede enlazar con la clase de estudios sociales, a medida que los estudiantes aprenden cómo culturas diferentes alrededor del mundo han usando la salida y puesta del Sol como calendario para la agricultura y la religión.

¿Qué harán los estudiantes?

Los estudiantes deberán observar y registrar dónde se pone el Sol en su horizonte local, durante un período largo de tiempo — mientras más largo mejor. Sus registros se convertirán en un calendario del horizonte, similar a aquellos creados por sociedades a lo largo de América, Europa y Africa.

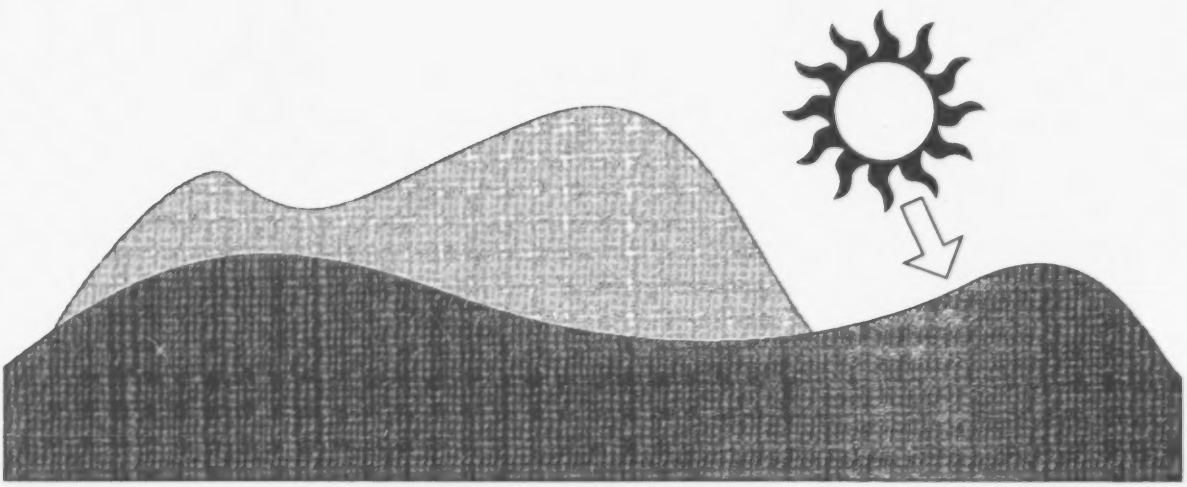
Consejos y sugerencias

- Crear un calendario completo del horizonte tomaría un año. Esta actividad será útil aun si se realiza solamente por dos o tres meses, porque los estudiantes serán capaces de ver los cambios en la posición de la puesta del Sol. La posición de la puesta del Sol cambiará más rápidamente durante el otoño y la primavera, y más lentamente alrededor de los solsticios de invierno y de verano.
- Haga en una cartelera un calendario del horizonte para toda la clase. Asigne a dos estudiantes cada semana para que observen la puesta del Sol y traigan sus observaciones a clase. Pueden revisar sus datos entre sí y si concuerdan, usted puede usar esos datos para anotar la posición de la puesta de Sol de esa semana. Añada más información al diagrama (el calendario escolar, los días feriados, etc.) Los estudiantes comenzarán a asociar los cambios en la posición de la puesta del Sol con el tiempo.
- Si usted usa una brújula para encontrar el norte, recuerde que esta apunta al norte magnético, no al norte geográfico. La diferencia entre los dos depende de su latitud y longitud.
- Otro método es hacer las observaciones siempre desde el mismo lugar y establecer los puntos cardinales apropiados para ese lugar. Si está en el hemisferio norte, puede usar la Estrella Polar para encontrar el norte geográfico.
- Este es un experimento maravilloso para compartir con la familia. Pídale a los padres que ayuden con las observaciones cada semana.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
La revolución de la Tierra alrededor del Sol	Observar sistemáticamente Visualizar	Pautas de cambio

Observando la puesta del Sol



Esta actividad es para que los estudiantes la hagan en la casa. Cuando la completen habrán creado un calendario solar, parecido a los usados por los grupos indígenas de las Américas.

MATERIALES

- Lápiz y papel
- Brújula
- Opcional: cámara

QUÉ HACER EN CASA

1. Selecciona una posición desde dónde puedas observar la puesta del Sol. Nota donde se pone el Sol en el horizonte, en una noche dada. Haz un dibujo o toma una foto del área general.
2. Usando una brújula, marca las direcciones noroeste, oeste y suroeste en tu dibujo o foto.
3. Una o dos veces a la semana durante el próximo mes, marca el lugar dónde se pone el Sol en un día despejado. Anota la fecha y la hora de la puesta de Sol. Asegúrate de hacer siempre tus observaciones desde el mismo lugar.
4. Discute los resultados en clase. ¿Se pone el Sol más hacia el sur, más hacia el norte o en el mismo lugar en los días siguientes, cuando lo comparas con el primer día?

ADICIONAL

1. Observa la puesta de una estrella, la misma cada noche, por un período de una semana. Asegúrate que siempre observas desde el mismo lugar. ¿Cambia el lugar de la puesta de la estrella en la misma manera que cambia el lugar de la puesta del Sol?
2. Trata de adivinar dónde se pondrá el Sol tres meses más tarde. ¿Y en los próximos seis meses? Marca los lugares en tu foto del horizonte (a lápiz). Verifica tus suposiciones, una vez hayan pasado los meses.
3. ¿Puedes inventar una forma de hacer un calendario, usando la información en esta actividad?
4. Haz el mismo tipo de observaciones pero para la salida del Sol.
5. ¿Puedes hallar alguna relación entre el lugar y la hora de la puesta del Sol?

© 1992 por The Regents of the University of California

Las causas de las estaciones

Actividad 2.4

Edades: 11-15

Fuente: Reimpreso con el permiso de *PASS (Planetarium Activities for Student Success)*, Vol 2 *Activities for the School Planetarium*. Producido por *Astronomy Education Program* del Lawrence Hall of Science, University of California Berkeley. Derechos Reservados © 1993 por The Regents of the University of California. Disponible a través del catálogo *Eureka!*, Lawrence Hall of Science, University of California, Berkeley, CA 94720-5200, U.S.A.; Tel.: (510) 642-1016.

¿De qué trata esta actividad?

Al preguntarle a los niños — y a la mayoría de los adultos — por qué ocurren las estaciones, usualmente la respuesta es, "porque la Tierra está más cerca del Sol en el verano y más lejos en el invierno". Aunque eliminar esta concepto erróneo puede ser muy difícil, esta actividad, originalmente diseñada para usarse en un planetario, puede ayudar. Los estudiantes verán que la duración del día, y el ángulo del Sol en el cielo al mediodía, son los factores más importantes en los cambios estacionales. Esta es una actividad en tres partes.

¿Qué harán los estudiantes?

En la primera parte de esta actividad, los estudiantes observarán la altura del Sol y la duración del día durante cada estación. En la segunda parte de la actividad, los estudiantes usarán una esfera de unicel (icopor) para simular el efecto de la inclinación de la Tierra en la cantidad de luz recibida, las sombras y la duración del día. En la tercera parte, los estudiantes construirán un instrumento para medir el área de un haz de luz y el ángulo con el que incide, con el fin de ayudarlos a ver la conexión entre el ángulo de la luz del Sol y la cantidad de energía recibida en la Tierra.

Consejos y sugerencias

- La primera parte de la actividad está diseñada para un planetario donde se pueda simular el movimiento de Sol durante el día y a lo largo del año. El resto, empezando en la segunda página, se puede hacer sin necesidad de un planetario.
- Aun después de hacer esta actividad, es posible que sus estudiantes crean que las estaciones son el resultado de la distancia de la Tierra al Sol. Es posible que después de la actividad sus conceptos incluyan algo sobre la inclinación o la cantidad de horas de Sol en el día. Algo como "el norte de la Tierra está inclinado hacia el Sol en en el verano, e inclinado más lejos del Sol en el invierno". La tabla de las distancias Tierra-Sol muestra que nuestro planeta está más cerca al Sol en enero — para ambos hemisferios — y más lejos en julio. La inclinación de un hemisferio hacia el Sol o en dirección opuesta a él, sólo cambiará su distancia mil seiscientos kilometros, comparada con la distancia del hemisferio opuesto. Esta distancia es insignificante comparada con la diferencia de 6 millones de kilometros entre enero y julio. Si la distancia de la Tierra al Sol fuera el factor más importante, ambos hemisferios experimentarían verano en enero, e invierno en julio.

MES	PROMEDIO DE DISTANCIA TIERRA-SOL
ENERO	147,000,000 KM
MARZO	149,000,000 KM
JUNIO	153,000,000 KM
JULIO	153,000,000 KM
SEPTIEMBRE	150,000,000 KM
DICIEMBRE	148,000,000 KM

Note que hay una tabla aún más precisa en la hoja de trabajo para la *Actividad 3.6, Modelo del porqué de las estaciones.*

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Variaciones estacionales	Observar sistemáticamente	Pautas de cambio
Revolución de la Tierra alrededor del Sol	Visualizar	Energía
Energía recibida sobre un área	Registrar	Sistemas

Las causas de las estaciones

Investigaciones en educación han demostrado que es difícil que los estudiantes entiendan por qué hace más calor y los días son más largos en verano que en invierno. Esta actividad aborda el tema haciendo que los estudiantes observen y registren la trayectoria del Sol a través del cielo en cada una de las estaciones. En cada etapa predecirán los resultados de la siguiente. Después tratarán de explicar por qué la trayectoria del Sol cambia durante el año. Finalmente, usarán una esfera como modelo de la Tierra con el fin de visualizar la relevancia de la inclinación del eje de la Tierra en los cambios estacionales.

FIGURA DE UNA PERSONA CON BRAZO MOVIBLE (ADHIÉRALA AL GLOBO DE LA TIERRA)

Organización: Tarea individual

Nivel de razonamiento: Concreto a formal

Estrategia de la actividad: Información directa — sintetizar

Objetivos: Al final de la lección, los estudiantes:

1. Describirán la trayectoria aparente del Sol durante las cuatro estaciones.
2. Explicarán por qué la trayectoria diaria del Sol cambia durante el año.
3. Predecirán el punto de salida y puesta del Sol para diferentes estaciones del año.
4. Explicarán por qué los días son más largos en el verano y más cortos en el invierno.

MATERIALES

- Marcadores para indicar la posición predecida de salida/puesta del Sol en el domo del planetario (estos pueden ser pedazos de cartulina con sujetapapeles por detrás u hojas de papel con cinta adhesiva).
- Una luz blanca en el centro del planetario para representar el Sol, un globo terráqueo que gire sobre su eje y una pequeña figura de papel con un brazo movible (ver la ilustración) sujetada al globo terráqueo.
- Un proyector de la línea del meridiano para medir la altitud del Sol al mediodía. En planetarios portátiles, usted puede pegar papeles marcadores cada 10 grados a lo largo del meridiano desinflando parcialmente el domo hasta que se

© 1993 por The Regents of the University of California

pueda alcanzar el cenit, pegando la marca de 90° en este, y volviendo a inflar el domo mientras pone los marcadores a 80°, 70°, y así sucesivamente, a lo largo de una línea imaginaria del meridiano hacia el horizonte sur. No es necesario ser demasiado preciso.

- Marcadores del horizonte norte, este, sur y oeste (opcional: marque cada 10° entre los puntos cardinales). Lo mejor es marcar el este y oeste 0°, y que el norte y sur sean 90°.
- Información para su latitud sobre la duración del día en los solsticios y equinoccios. Esta se puede encontrar en los periódicos o en almanaques con listados de las horas de salida y puesta del Sol.

Para cada estudiante: un lápiz, una copia de la hoja de trabajo, una superficie para escribir y una esfera de 8 cm de diametro de unicel (icopor) para representar la Tierra, clavada en un lápiz o palillo de dientes. También necesitará un alfiler o un palillo de dientes clavado a una latitud de aproximadamente de 45° (ver diagrama). Coloque el alfiler en la parte de arriba o abajo, dependiende si está en el hemisferio norte or sur.

PRESENTACIÓN

Involucre a los estudiantes en una discusión acerca de la posición del Sol en el cielo. Pregúnteles si al mediodía el Sol siempre está a la misma altura (altitud) sobre el horizonte, a lo largo del año. Pregunte por dónde sale y por dónde se pone el Sol y si la dirección de la salida y puesta del Sol es la misma todos los días, o cambia a través del año.

Dígale a los estudiantes que estarán recolectando datos sobre la trayectoria aparente del Sol, incluyendo no sólo la altura al mediodía, sino también la duración del día y la posición del lugar de salida y puesta del Sol a través del año. Distribuya las hojas de datos. Dígale a los estudiantes que tendrán que estimar las direcciones de la salida y puesta del Sol mirando los marcadores N, S, E, O en el horizonte. Además necesitarán estimar la posición del Sol al mediodía observando su altitud (en grados) entre el cenit y el horizonte (señale la línea del meridiano).

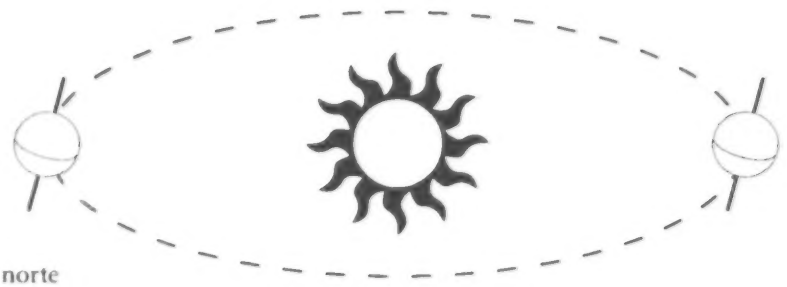
Muestre la trayectoria del Sol para el primer día de verano, otoño, invierno y primavera. Es mejor usar los equinoccios y solsticios para representar las estaciones ya que las trayectorias más extremas del Sol se observan en esas fechas. En cada caso, pídale a los estudiantes que predigan la salida y puesta del Sol antes de mostrarles la trayectoria del Sol en esa fecha. A medida que el Sol recorre el cielo en cada una de esas fechas, los estudiantes marcarán su posición al amanecer, al mediodía y al atardecer en sus hojas de datos (hoja de trabajo "Causas de las estaciones"). En cada fecha, pida voluntarios para marcar las posiciones del Sol al amanecer y al atardecer en el domo con los marcadores de papel. (Opcional: Es posible extender la tabla en la hoja de trabajo para que incluya columnas en las que sus estudiantes escribirán las posiciones del amanecer y el atardecer. O simplemente dígale a los estudiantes que describan con palabras las posiciones del amanecer y el atardecer en una hoja de papel aparte). Después de cada día, anuncie la cantidad de horas de Sol para ese día y pídale a los estudiantes que escriban el número en la tabla de sus hojas de datos.

Después que hayan sido completadas todas las fechas, diga a los estudiantes que dibujen la trayectoria del Sol para cada fecha desde el amanecer hasta el atardecer. La trayectoria para cada estación deberá incluir una línea curva a través del punto de salida del Sol, la posición al mediodía, y el punto donde se pone el Sol.

Pídale a los estudiantes que estudien sus tablas y vean si pueden pueden pensar en una razón para estos cambios. Después de una discusión de posibles explicaciones, dígale a la clase que hace mucho tiempo atrás los astrónomos descubrieron que la trayectoria aparente del Sol a través del cielo en las diferentes estaciones se debe a la inclinación de la Tierra con respecto al Sol. Usando el globo terráqueo y una luz blanca como "Sol", demuestre que el polo norte de la Tierra siempre apunta hacia la Estrella del Norte, o Estrella Polar. Sosteniendo el globo, camine alrededor del Sol, manteniendo el polo norte de la Tierra apuntando hacia la Estrella

© 1993 por The Regents of the University of California

del Norte. Señale que a medida que la Tierra viaja alrededor del Sol, el polo norte del eje de la Tierra está inclinado hacia el Sol en el verano del hemisferio norte (invierno del hemisferio sur), y en dirección opuesta al Sol durante el invierno del hemisferio norte (verano del hemisferio sur). Pegue una pequeña figura de papel al globo (en su latitud) y señale cómo la persona vería el Sol del mediodía más alto en el verano y más bajo en el invierno. Esto se puede hacer más obvio si la figura tiene un brazo movible y lo apunta hacia el Sol. En el verano, el brazo apunta hacia lo alto, mientras que en el invierno el brazo apunta mucho más abajo.



EL EJE DE ROTACIÓN DE LA TIERRA ESTÁ INCLINADO 23 1/2° CON RESPECTO A LA ÓRBITA DE LA TIERRA ALREDEDOR DEL SOL.

Sus estudiantes pueden ver mejor el modelo, si le da a cada uno una "esfera de la Tierra" con un alfiler que representa una persona.

1. Pídale a los estudiantes que inclinen sus esferas (en el verano), hasta que la persona esté experimentando el mediodía (más cerca al Sol). Si la persona apuntara hacia el Sol con su brazo, ¿estaría señalando arriba o abajo en el cielo? Haga lo mismo con el Sol de invierno al mediodía. ¿Estará señalando arriba o abajo?

   El eje de rotación de la Tierra está inclinado 23.5° con respecto a la órbita de la Tierra alrededor del Sol.

2. Pídale a los estudiantes que roten lentamente sus Tierras y observen los alfileres moverse de la noche al día. Podrán ver que las noches de verano son más cortas que las noches de invierno.

3. Otra observación interesante en este modelo consiste en comparar el tamaño de la sombra del alfiler al mediodía en diferentes estaciones.

   Finalmente, haga que sus estudiantes usen sus observaciones del cielo y el modelo de la Tierra para explicar por qué hace más calor en el verano que en el invierno (los estudiantes en el hemisferio norte se sorprenderán al saber que la Tierra está más cerca al Sol en invierno que en verano). Una explicación que pueden sugerir es que los días son más largos en el verano, permitiendo que la Tierra se caliente más. Esto es correcto, pero incompleto. La otra razón es que cuando el Sol está más alto en el cielo, su luz está más concentrada en la Tierra.

   Para ilustrar estas ideas, puede intentar una de las siguientes actividades.

© 1993 por The Regents of the University of California

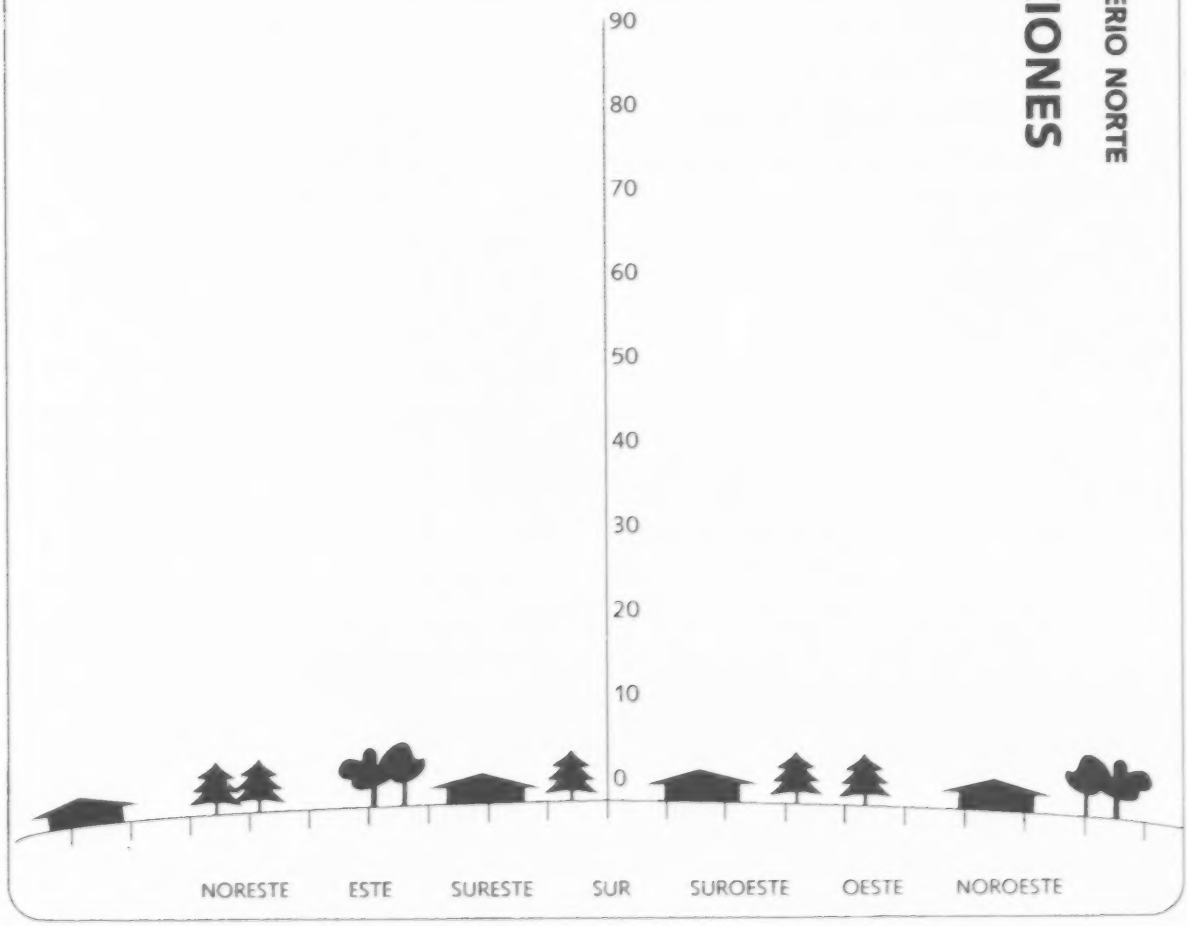
HOJA DE TRABAJO – EL HEMISFERIO NORTE

CAUSAS DE LAS ESTACIONES

NOMBRE: _____

FECHA: _____

ESTACIÓN	# DE HORAS DE LUZ DEL DÍA	POSICIÓN AL MEDIODÍA
Otoño		
Invierno		
Primavera		
Verano		



© 1993 por The Regents of the University of California

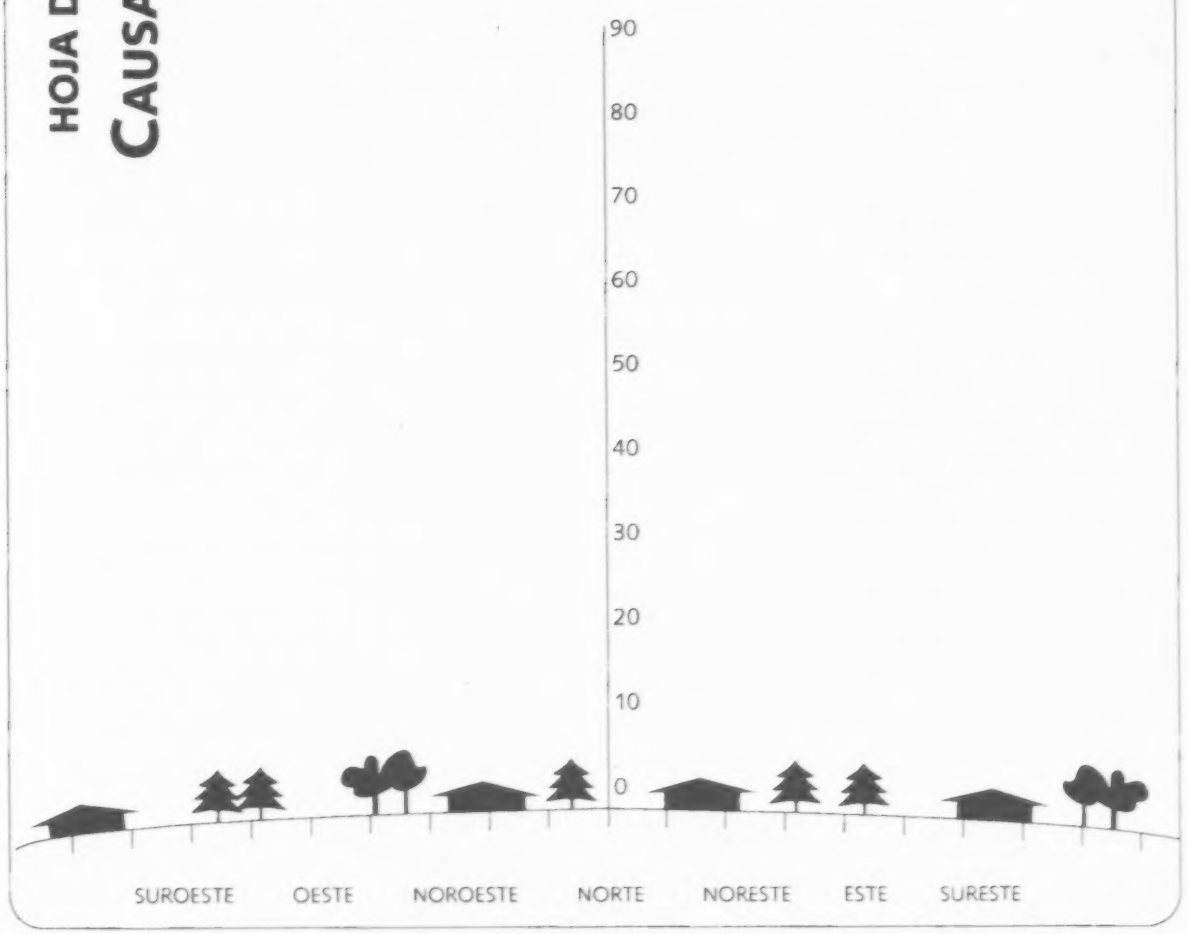
HOJA DE TRABAJO – EL HEMISFERIO SUR

CAUSAS DE LAS ESTACIONES

NOMBRE: _____

FECHA: _____

ESTACIÓN	# DE HORAS DE LUZ DEL DÍA	POSICIÓN AL MEDIODÍA
Otoño		
Invierno		
Primavera		
Verano		



© 1993 por The Regents of the University of California

ACTIVIDADES DE SEGUIMIENTO

1. Prepare una rejilla para proyectar en su globo terráqueo. Esta puede ser una rejilla colocada en una diapositiva y proyectada con un proyector de diapositivas, o una trasparencia para un proyector vertical. Una forma fácil de hacer una rejilla es sacar copia a una hoja de papel de gráfica en una transparencia y cortar un pequeño pedazo para ponerlo en el marco de una diapositiva, o usar la hoja completa en un proyector vertical.

   En la clase, proyecte la rejilla en una superficie plana (la pizarra, la pared, etc.) Cada caja en la proyección representa una unidad de luz y calor del Sol y todas las cajas son iguales en tamaño cuando salen del Sol. Haga que los estudiantes se den cuenta que todas las cajas son del mismo tamaño. Si la Tierra fuera plana, todas las partes recibirían cantidades iguales de luz y calor. Vamos a ver qué pasa con una Tierra esférica. Proyecte la rejilla en el globo terráqueo. *¿Son todas las cajas del mismo tamaño?* (No). *¿Dónde son más pequeñas?* (Las partes que miran directamente hacia el Sol). *¿Dónde son más grandes?* (Cerca de los polos y las partes que no miran directamente hacia el Sol — lugares donde es temprano en la mañana o tarde en la tarde). *Recordando que cada caja contiene la misma cantidad de calor y luz, ¿quién sentirá más calor, una persona parada en la región con cajas más pequeñas, o una persona parada en una región con cajas más grandes?* (La región de cajas más pequeñas se pondrá más caliente porque el calor está más concentrado, mientras que en las regiones donde las cajas son más grandes, el calor está más "extendido").

   Coloque un pedazo de cinta adhesiva o una tachuela en la posición de su ciudad en el globo. Muestre a la clase cómo las cajas en la Tierra cambian a medida que la Tierra se inclina hacia el Sol (orientación de verano) y, a medida que se aleja del Sol (orientación de invierno). *¿Durante qué estación recibe nuestra ciudad más concentración de luz solar?* (Verano). Esta es la razón por la cual el verano es más caliente que el invierno.

2. Con Starlab esta se puede convertir en una actividad para el estudiante en lugar de una demostración, usando las mismas "bolas de la Tierra" que se usaron anteriormente. Prepare una transparencia de una rejilla envuelta en un cilindro para reemplazar el cilindro de estrellas. Alterna-tivamente, haga un cilindro opaco con papel de manila y, usando un alfiler grande, haga una serie de agujeros alrededor del "ecuador" del cilindro. La luz de la bombilla estelar principal que brilla a través de estos agujeros produce un tamaño estándar de "círculos de luz" que funcionarán como unidades de luz similares a las cajas de luz de la rejilla en la actividad de seguimiento (1).

   Empiece pidiéndole a los estudiantes que dibujen las cajas de la rejilla o círculos de luz en pedazos de papel plano. Asegúrese de que se den cuenta que las cajas de luz o los círculos son todos del mismo tamaño. Lleve a cabo la misma secuencia de preguntas que en la actividad de seguimiento (1), excepto que los estudiantes pueden examinar sus propios globos terráqueos además del globo grande del maestro.

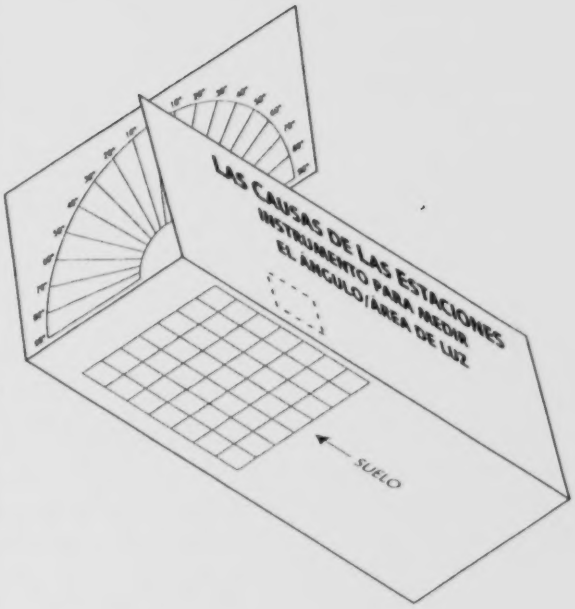
3. Prepare un juego de "Instrumentos para medir ángulo/área de luz" copiando la mitad inferior de la página siguiente en papel de cubierta y recortándola como se muestra aquí (alternativamente, provea a sus estudiantes de tijeras y pídales que hagan sus propios instrumentos). Recorte a lo largo de las líneas rayadas y doble a lo largo de las líneas punteadas.

   Haga que el agujero de la ventana cuadrada mire hacia la luz blanca ("el Sol") y coloque el papel para que el cuadrado de luz solar caiga en las líneas de la rejilla en la hoja de trabajo. Esto muestra la manera en que la luz solar cae en el

© 1993 por The Regents of the University of California

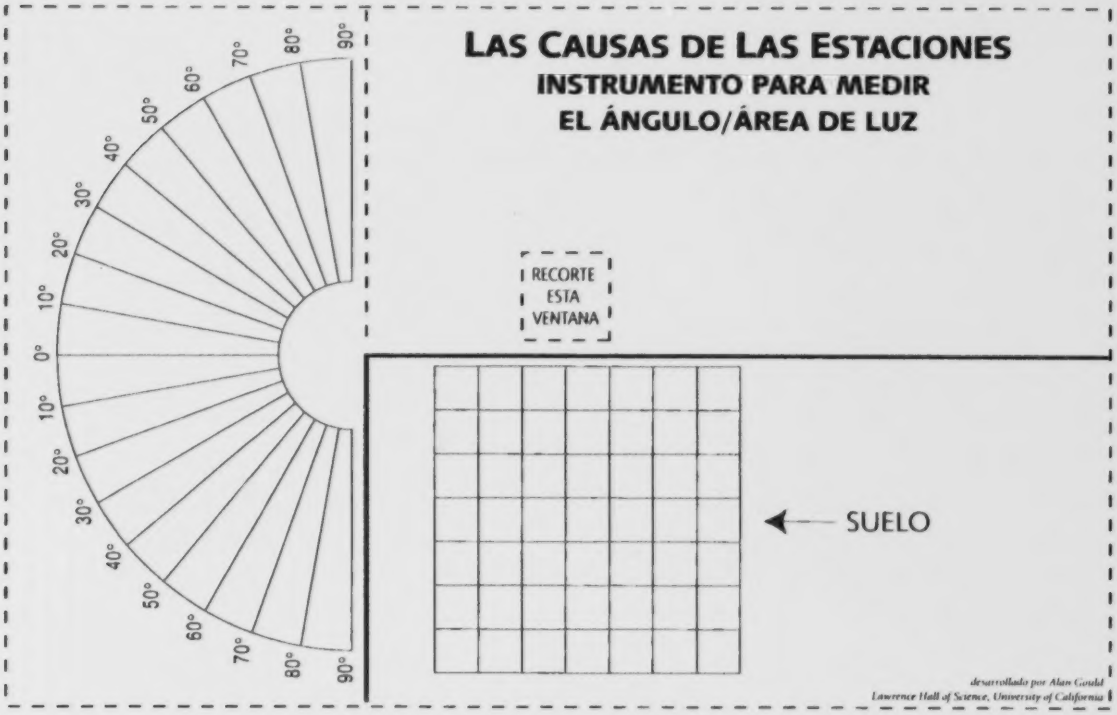
verano alrededor del mediodía (los estudiantes midieron el ángulo real en la hoja de trabajo "Causas de las estaciones"). Cuente cuántos cuadrados cubre la luz solar. Ahora, cambie el ángulo entre la rejilla y los rayos de luz (manteniendo el agujero mirando directo hacia el Sol).

Esto simula cómo la luz solar ilumina el suelo en el invierno. De nuevo, cuente cuántos cuadrados cubre la luz solar. (Hay más área cubierta). Explique que aunque la misma cantidad de luz está entrando al cuadrado, esta se esparce sobre un área de mayor, y por lo tanto el suelo recibe menos calor. Esa es otra razón muy importante de por qué hace más frío en el invierno. El Sol está más bajo en el cielo, así que su luz cae en el suelo a un ángulo más bajo que en el verano. Mientras más bajo sea el ángulo de luz solar, más se espacirá, dando menos calor a un área dada del suelo.



Recorte a lo largo de las líneas rayadas.
Doble a lo largo de las líneas punteadas.

CUALQUIER HEMISFERIO



© 1993 por The Regents of the University of California

Haciendo un reloj de Sol

Actividad 2.5

Edades: 11-13

Fuente: Reimpreso con el permiso de *Astro Adventures*, por Dennis Schatz y Doug Cooper, Derechos reservados © 1994 por el Pacific Science Center. No se permite nigún tipo de reproducción de esta actividad sin el permiso escrito del *Pacific Science Center*. Ordene *Astro Adventures* de Arches Gift Shop, Pacific Science Center, 200 Second Ave. N., Seattle, WA 98109-4895, U.S.A.; Tel: (206) 443-2001.

¿De qué trata esta actividad?

Los estudiantes construyen un pequeño reloj de Sol para indicar la hora. Esta actividad ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades de observación sistemática, así como un sentido de "tiempo" basado en los movimientos de Sol. Los relojes de Sol que se incluyen han sido diseñados para clases en latitudes más al norte del trópico de Cáncer (norte de México, E.E.U.U.) o más al sur del trópico de Capricornio (Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay, sur de Brasil). Es posible usarlos en latitudes más cercanas al ecuador, si la actividad se hace en los meses de invierno, después del equinoccio de otoño y antes del equinoccio de primavera.

¿Qué harán los estudiantes?

Los estudiantes construirán un pequeño reloj de Sol de papel, el cual usa la sombra de un cordón para indicar la hora. Los estudiantes determinarán su "mediodía local" y observarán cómo cambia la sombra del cordón a medida que el Sol se mueve a través de su cielo. Los estudiantes podrán entonces explicar la relación entre el movimiento del Sol y nuestro concepto del tiempo.

Consejos y sugerencias

- Se dan dos hojas con patrones para los relojes de Sol. Una es válida para el hemisferio norte y la otra para el hemisferio sur. Asegúrese de usar el patrón correcto.
- Antes de empezar la actividad, pida prestada una brújula y localice la dirección aproximada del sur magnético (si está en el hemisferio norte) o del norte magnético (si está en hemisferio sur). Note que dependiendo de la hora de verano, la época del año y su longitud, el Sol puede no aparecer exactamente al sur o al norte al mediodía de un reloj de pulsera. Esta actividad corrige por la hora de verano, pero no discute en detalle la idea de zonas de tiempo o el analema (el hecho de que la posición del Sol al mediodía no es exactamente la misma durante el año). Para grados más avanzados, donde los estudiantes tienen un mayor sentido de la geografía del mundo, se puede integrar con una discusión sobre tiempo local, zonas de tiempo internacional y longitud.
- Esta actividad se puede hacer varias veces durante el año para investigar el efecto de la estación en el funcionamiento del reloj de Sol.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Tiempo basado en el Sol	Experimentar	Pautas de cambio
Mediodía local	Observar	
Puntos cardinales		

Haciendo un reloj de Sol

por Dennis Schatz y Doug Cooper
Pacific Science Center

HACIENDO UN RELOJ DE SOL

Nuestro concepto de tiempo está basado en el movimiento del Sol. En esta actividad los estudiantes construyen relojes que usan el Sol para dar la hora. Deberán determinar la orientación correcta para que el reloj de Sol funcione. El seguirle la pista a la sombra del Sol con el reloj ayuda a los estudiantes a entender visualmente la relación entre el movimiento del Sol y nuestro concepto de tiempo.

CONCEPTO

Nuestro concepto de tiempo está basado en el movimiento aparente del Sol.

OBJETIVOS

Los estudiantes:

- construirán relojes de Sol de bolsillo
- determinarán el mediodía local usando los relojes de Sol
- harán observaciones sobre el paso del tiempo usando sus relojes de Sol
- explicarán la relación entre el movimiento del Sol y nuestro concepto del tiempo

MATERIALES

- Patrón para el reloj de Sol de bolsillo (dependiendo de su ubicación)
- Cartulina un poco más grande que el reloj (carpetas, tarjetas de índice, etc.)
- Cordón, 20 centímetros de largo
- Goma
- Tiza o lápiz
- Tijeras
- Cinta adhesiva

Por Astro Adventures © 1994 The Pacific Science Center

PROCEDIMIENTO

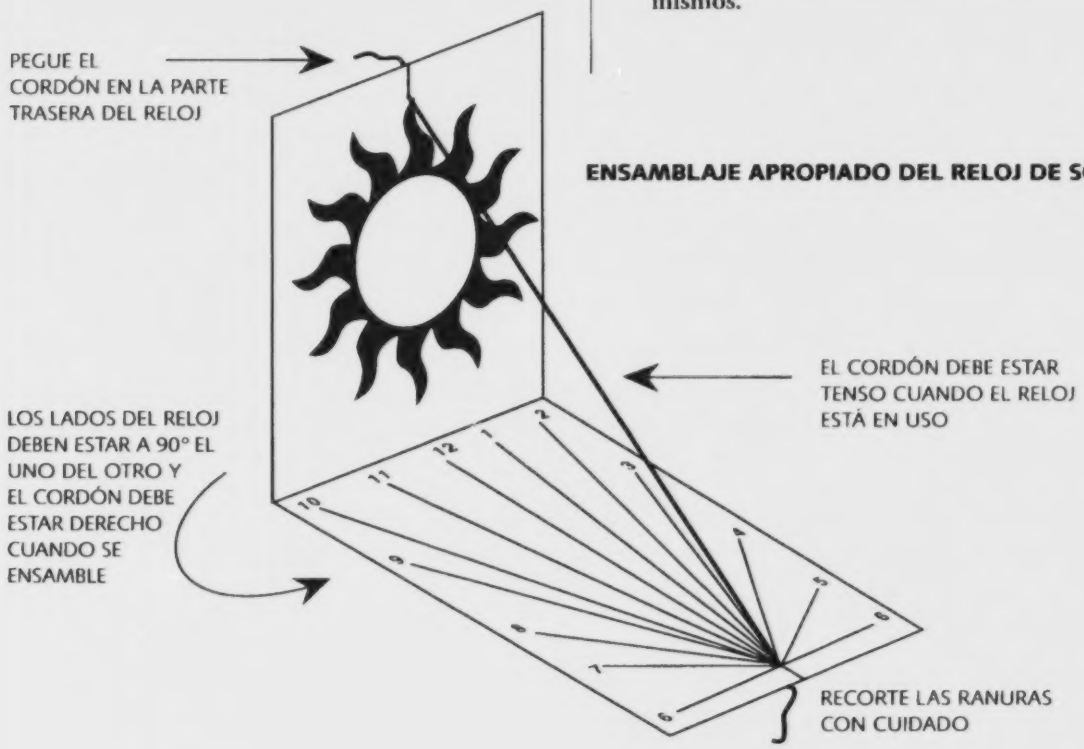
Preparación por adelantado:

Haga una copia del patrón para el reloj de Sol para cada estudiante. Asegúrese de usar el patrón apropiado para su ubicación y hemisferio. Si es posible, copie el patrón del reloj en cartulina. Si esto no es posible, haga copias del patrón en papel normal y pídale a los estudiantes que peguen sus patrones en un papel más grueso (carpetas viejas o tarjetas de índice son buenos materiales).

1. Distribuya las copias del patrón del reloj de Sol apropiadas a su ciudad. Pídale a los estudiantes que recorten el patrón rectangular.
2. Los estudiantes deben recortar ranuras pequeñas en cada extremo, como se indica en el patrón. Deben doblar el reloj a lo largo de la línea punteada en el patrón, asegurándose que las líneas de la hora queden para adentro.
3. Dígale a los estudiantes que usen aproximadamente 20 centímetros de cordón y que pasen un extremo a través de una de las ranuras en el reloj y lo peguen en la parte trasera.
4. El otro extremo del cordón deberá pasar a través de la ranura en el otro extremo del reloj de Sol. El cordón debe ser ajustado para que esté tenso cuando las dos caras del reloj estén a un ángulo de 90 grados. Pídale a los estudiantes que peguen el extremo del cordón en la parte trasera del reloj.
5. Dígale a los estudiantes que experimenten para hacer que sus relojes funcionen. Pídales que predigan si sus relojes de Sol deben estar en una posición especial para registrar la hora correcta.

   Nota al maestro: **Los estudiantes descubrirán que los relojes deben siempre mirar hacia el mismo lugar — el sur (si están en el hemisferio norte) o el norte (si están en el hemisferio sur). Deles suficiente tiempo para descubrirlo por sí mismos.**

ENSAMBLAJE APROPIADO DEL RELOJ DE SOL



Por Astro Adventures © 1994 The Pacific Science Center

a. Antes de salir a usar los relojes del Sol, revise la hora en un reloj de pulsera. Si su ciudad está usando la hora de verano, deberá restar una hora a lo que le dice su reloj de pulsera para obtener la hora local.

b. Una vez que los estudiantes sepan la hora local correcta, llévelos a un lugar soleado con una superficie plana donde puedan colocar el reloj. Asegúrese que el sitio recibirá Sol por lo menos durante la próxima media hora. El cordón del reloj de Sol debe estar tenso. Los estudiantes deben rotar los relojes hasta que la sombra del cordón esté en la hora correcta. Pregúntele a los estudiantes si hay más de una manera de orientar el reloj para leer la hora correcta.

c. Pídale a los estudiantes que usen un lápiz o una tiza para dibujar una caja alrededor de la base de los relojes, de tal manera que puedan recordar la orientación del reloj. Deberán poner sus iniciales dentro de las cajas para poder orientar el reloj cuando hagan sus próximas observaciones.

d. Regrese al salón y pídale a los estudiantes que predigan qué necesitarían hacer para que sus relojes funcionen correctamente cuando revisen la hora 15 o 45 minutos mas tarde. ¿Tendrán que cambiar la orientación de los relojes? ¿Cuánto tendrán que moverlos? ¿Funcionará más de una orientación?

e. Después de 15 o 45 minutos, los estudiantes colocarán sus relojes de Sol en los lugares marcados anteriormente y determinarán qué se debe hacer para leer la hora correcta.

6. Discuta cómo orientar correctamente los relojes. ¿Funcionaron todas las orientaciones? ¿Hay algo especial en la dirección hacia la que está el cordón en los relojes solares?

7. Después que los estudiantes hayan desarrollado un conjunto de instrucciones para usar correctamente los relojes, necesitan recordar algunos detalles que ayudan en su operación:

a. Usa el reloj en un lugar plano, lejos de edificios y árboles que puedan causar sombras.

b. Escoje un sitio accesible.

c. La primera vez que uses el reloj de Sol, alinea la sombra del cordón para que dé la misma hora que un reloj de pulsera. No olvides ajustar para la hora de verano, si está en efecto, restando una hora al tiempo en el reloj de pulsera.

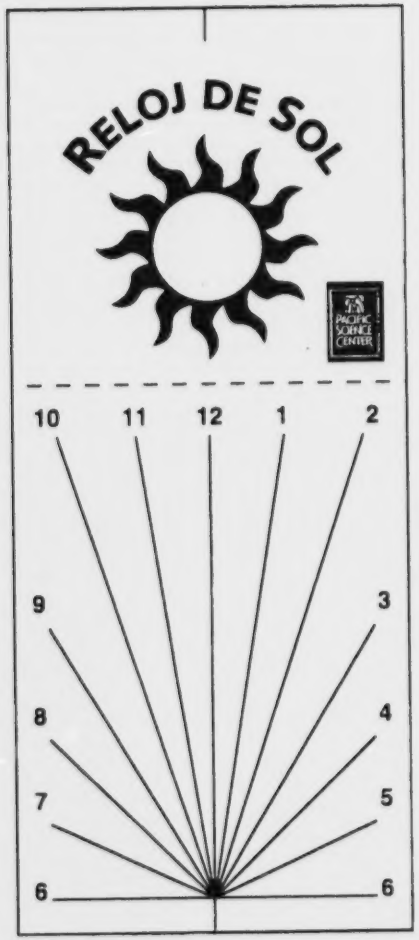
d. Dibuja un esquema del reloj de Sol en la superficie para obtener lecturas exactas en el futuro.

Por Astro Adventures © 1994 The Pacific Science Center

RELOJ DE SOL DE BOLSILLO

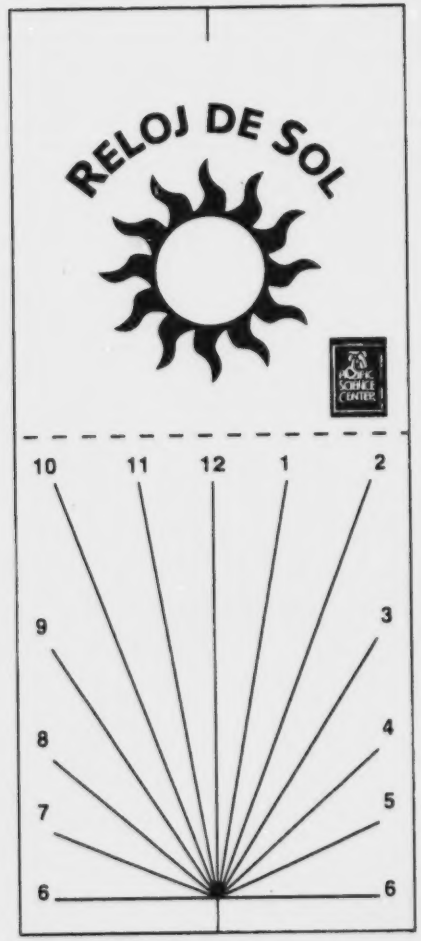
HEMISFERIO NORTE

RELOJ 1



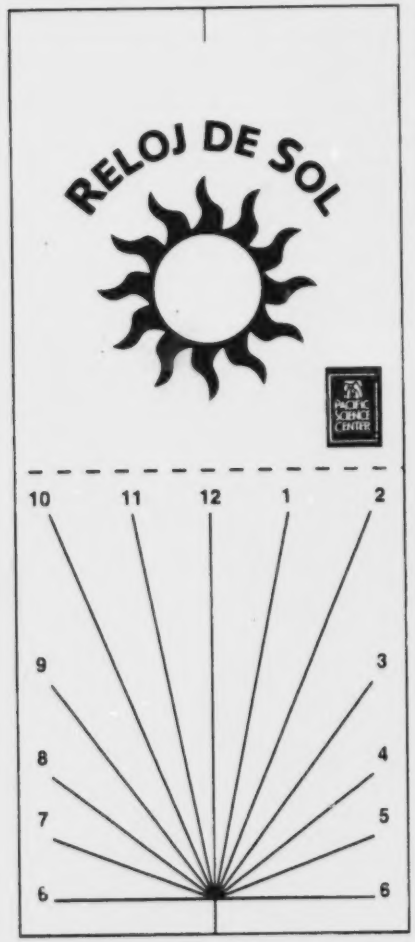
Use este reloj si vive en: norte de Mexico (p.ej., Monterrey, Chihuahua), sur de los EEUU (p.ej., sur de California, Arizona, Texas, Florida, etc)

RELOJ 2



Use este reloj si vive en: norte de California, Colorado, Nebraska, Indiana, Maryland, Massachusetts.

RELOJ 3



Use este reloj si vive en: norte de los EEUU (p.ej., Washington, Oregon, the Dakotas, Wisconsin, Maine), sur de Canada.

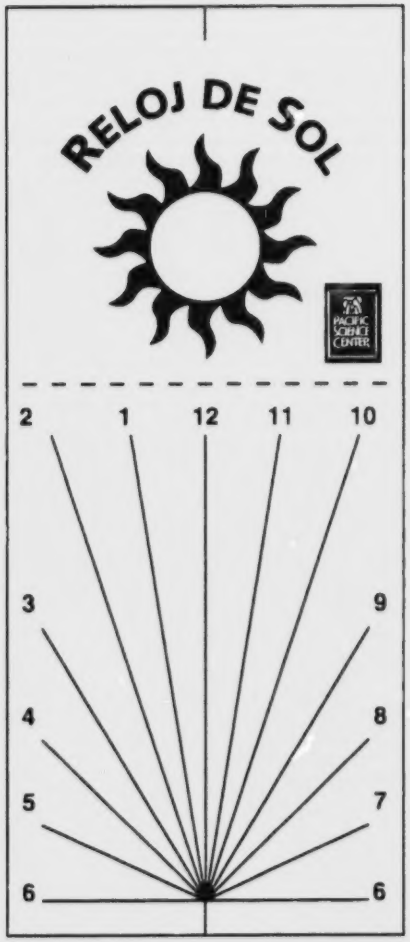
Por Astro Adventures © 1994 The Pacific Science Center

Por Astro Adventures © 1994 The Pacific Science Center

RELOJ DE SOL DE BOLSILLO

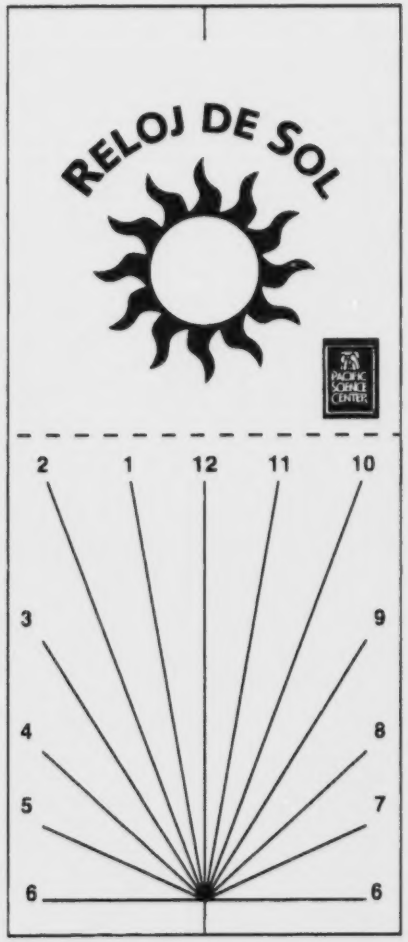
HEMISFERIO SUR

RELOJ 1



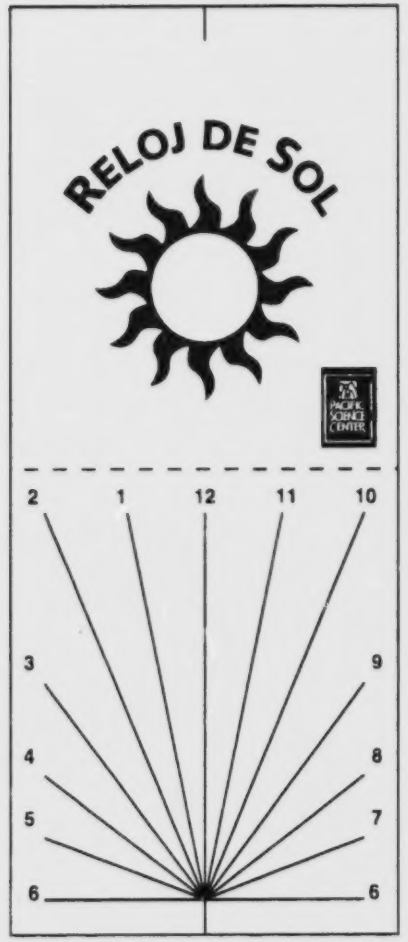
Use este reloj si vive en: norte de Argentina (p.ej., San Miguel de Tucumán, Buenos Aires), Paraguay, Uruguay, norte de Chile (p.ej., Santiago), sur de Brasil (p.ej., Porto Alegre)

RELOJ 2



Use este reloj si vive en: centro-sur de Chile (p.ej., Valdivia, Puerto Montt), centro-sur de Argentina (p.ej., Viedma)

RELOJ 3



Use este reloj si vive en: sur de Chile (p.ej., Punta Arenas), sur de Argentina (p.ej., Comodoro Rivadavia), Tierra del Fuego.

Modelo del porqué de las estaciones

Actividad 2.6

Edades: 12+

Fuente: Reimpreso con el permiso de *Project STAR: The Universe in your Hands*, guía para maestros. Derechos reservados © 1993 The President and Fellows of Harvard College. De Kendall/Hunt Publishing Co., 4050 Westmark Drive, P.O.Box 1840, Dubuque, IA 52004-1840, U.S.A.; Tel.: (800) 258-5622.

¿De qué trata esta actividad?

La mayoría de las personas tienen el concepto erróneo de que las estaciones son causadas por el cambio en la distancia de la Tierra al Sol: creen que el verano ocurre cuando la Tierra está más cerca y el invierno cuando la Tierra está más lejos del Sol. Sin embargo, en el hemisferio norte lo cierto es lo contrario: nuestro planeta está más cerca del Sol en enero y más lejos en julio. En el hemisferio sur, la Tierra esta más cerca del Sol en el verano que en el invierno, pero la diferencia en la distancia no es suficiente para explicar las estaciones. Las estaciones no son causadas por la variación en la distancia Tierra-Sol.

¿Qué harán los estudiantes?

Los estudiantes examinarán dos imágenes del Sol, tomadas con seis meses de diferencia. Inventarán hipótesis para explicar por qué las imágenes son diferentes, y relacionarán estas hipótesis con las variaciones de temperatura en las estaciones. Después, los estudiantes medirán el diámetro aparente del Sol en 12 meses y calcularán la distancia aproximada Tierra-Sol para cada observación. Los estudiantes harán una gráfica con sus datos, e inferirán que:

1) Las estaciones no son causadas por la variación de la distancia Tierra-Sol
2) La órbita de la Tierra no es muy elíptica, sino casi circular.

Consejos y sugerencias

- Es posible realizar esta actividad en el hemisferio sur, para mostrar que la órbita de la Tierra alrededor del Sol es casi un círculo. Sin embargo, el hecho de que la Tierra está más cerca al Sol en el verano del hemisferio sur (y más lejos en el invierno), puede confundir a los estudiantes, ya que en actividades posteriores se enfatizará que este cambio en la distancia no es la causa de las estaciones.
- Hemos reducido el tamaño de la Tabla 1, que los estudiantes usarán para medir el diámetro aparente del Sol. La reducción ha cambiado la escala. Si usted usa la página que sigue como copia maestra, deberá establecer su propia escala de conversión: mida los 12 diámetros solares, determine el promedio, y multiplíquelo por 150,000,000.

  Ejemplo:

  Basado en los datos provistos, el diámetro solar promedio en las imágenes maestras (antes de fotocopiarlas) era 11.425 cm. 11.425 X 150,000,000 = el factor de conversión:

(continúa en la siguiente página)

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Características de la órbita de la Tierra alrededor del Sol	Medir	Pautas de cambio
El tamaño aparente disminuye con la distancia	Calcular	Interacciones
Estaciones	Inferir	
	Razonar	
	Escala	

1,713,750,000. Los estudiantes dividirán este número por su medida del diámetro del Sol en un mes en particular para obtener la distancia aproximada entre el Sol y la Tierra.

- Si en la fotocopia de la Tabla 1 los diámetros solares aparentes son más pequeños, el promedio y el factor de conversión serán también más pequeños. Las distancias solares deberán ser aproximadamente las siguientes:

ENE. 12:	147,100,000 KM
FEB. 11:	147,700,000 KM
MAR. 26:	149,000,000 KM
ABR. 10:	150,300,000 KM
MAY. 23:	151,700,000 KM
JUN. 15:	153,000,000 KM
JUL. 12:	153,000,000 KM
AGO. 17:	152,300,000 KM
SEP. 14:	150,300,000 KM
OCT. 15:	150,300,000 KM
NOV. 16:	147,700,000 KM
DIC. 15:	147,700,000 KM

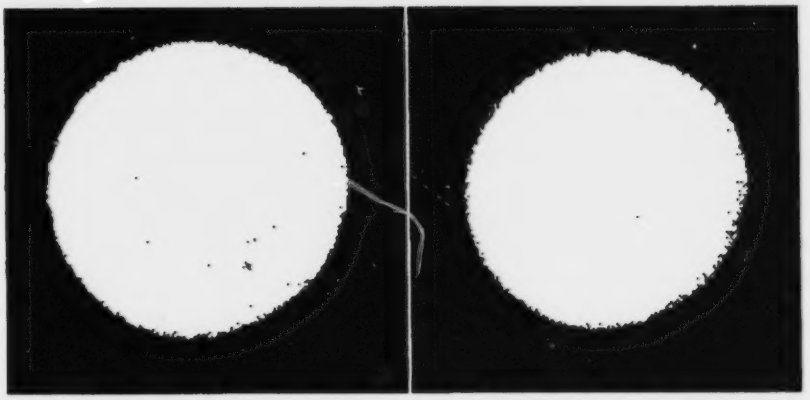
(Los números han sido redondeados. Dado que las medidas serán aproximadas, no tiene sentido usar más dígitos significativos.)

- Haga esta actividad antes o después de *Actividad 3.7, Mesa redonda sobre las estaciones.*
- El proceso que se demuestra aquí se puede usar para la Luna, la cual también está en una órbita elíptica. La distancia Tierra-Luna cambia aproximadamente 5.5% durante cada orbita. Los estudiantes pueden analizar fotos de la Luna llena tomadas en diferentes meses para investigar los cambios en la distancia a la Tierra.

© 1993 The President and Fellows of Harvard College

Modelo del porqué de las estaciones

FIGURA 1



PROPÓSITO

Hacer una gráfica de la distancia de la Tierra al Sol y examinar las causas de las estaciones.

¿QUÉ OPINAS?

La Figura 1 muestra dos fotos del Sol tomadas con seis meses de diferencia con la misma cámara, a la misma hora del día y desde el mismo lugar.

1. ¿Tienen las dos imágenes del Sol el mismo tamaño?
2. Si no son del mismo tamaño, ¿cómo podrías explicar la diferencia?
3. ¿En qué mes del año crees que fue tomada cada foto?
4. ¿En qué mes o meses del año hace más calor?

MATERIALES

- 1 regla métrica
- Tabla 1
- Calculadora
- Lápiz
- Lápiz marcador
- Figura 3

PROCEDIMIENTO

a. Mira la Tabla 1 (adaptada de fotografías del Sol publicadas por R. A. R. Tricker en "Paths of Planets"). Cada rectángulo es una sección que atraviesa el centro del Sol. Ver Figura 2.

b. Mide la longitud de cada rectángulo con una precisión de una décima de centímetro (por ejemplo, 11.5 cm, 11.6 cm, etc.) y anota tus medidas en la Tabla 1. Asegúrate de anotar qué longitud va con qué fecha.

c. Calcula la distancia al Sol dividiendo el factor de conversión (provisto por tu maestro) por la longitud de cada banda.

d. Anota la distancia al Sol, correspondiente a cada diámetro medido en la Tabla 1. De nuevo, asegúrate de anotar qué distancia corresponde a qué diámetro.

e. Haz una gráfica de la distancia de la Tierra al Sol para cada fecha en la Figura 3. Dado que las fechas de las bandas no están dadas para el principio de cada mes, tendrás que estimar la posición de la Tierra en la gráfica.

© 1993 The President and Fellows of Harvard College

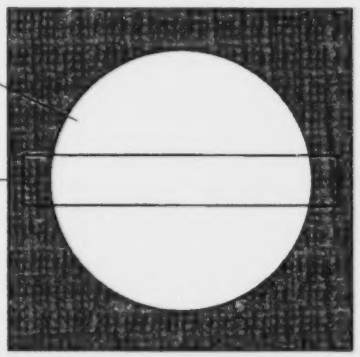
F. Conecta los puntos de la gráfica con una curva suave. Usa primero un lapíz y después delinea la curva con el marcador.

PREGUNTAS DE DISCUSIÓN

1. ¿Qué te dice esta curva sobre la órbita de la Tierra?
2. ¿En qué mes se encuentra la Tierra más lejos del Sol?
3. ¿En qué mes está se encuentra la Tierra más cerca del Sol?
4. Compara las respuestas a las dos preguntas anteriores con tus predicciones acerca de la Figura 1.

   Usando tus medidas, cálculos (paso C) y Figura 3, contesta las siguientes preguntas:
5. Describe lo que muestra tu gráfica.
6. ¿Qué concluyes de la observación de que el Sol tiene un tamaño aparente diferente en el verano que en el invierno?
7. En los meses más calientes, ¿está la Tierra más cerca del Sol?

FIGURA 2



NOTAS PARA EL MAESTRO

Tiempo de clase: 40-50 minutos

PRECONCEPCIONES

La sección "¿Qué opinas?" incluye quatro preguntas. Estas preguntas sondean las ideas que los estudiantes tienen con respecto al porqué de las estaciones. Confrontados con dos fotografías del Sol tomadas con seis meses de diferencia, la mayoría de los estudiantes (y adultos) dirán que la foto con el Sol más grande fue tomada en junio (o algún otro mes de verano) y que la foto con el Sol más pequeño fue tomada en diciembre (u otro mes de invierno).

Es incorrecto que la Tierra esté más cerca del Sol en el verano que en el invierno (del hemisferio norte). La distancia más pequeña de la Tierra al Sol (perihelio) ocurre alrededor del 3 de enero y la más grande (afelio) alrededor del 5 de julio. A pesar de que es cierto que el calor del Sol aumenta a medida que la distancia al Sol disminuye, el efecto de este cambio es muy pequeño (la diferencia de las distancias entre afelio y perihelio es de solo 5 millones de kilómetros, muy pequeña comparada con la distancia promedio de casi 150 millones de kilómetros entre la Tierra y el Sol) comparado con el efecto de los cambios en la altura del Sol con respecto al horizonte y la mayor cantidad de horas de luz solar en el verano. El factor más significativo en la causa de las estaciones es la inclinación del eje de la Tierra con respecto al plano de su órbita alrededor del Sol, no el cambio en la distancia de la Tierra al Sol.

Esta actividad demuestra que la órbita de la Tierra es casi un círculo perfecto y que el perihelio ocurre durante el invierno del hemisferio norte. Los estudiantes deben entender que la causa de las estaciones está relacionada con la inclinación del eje de la Tierra con respecto al plano de la órbita de la Tierra, no con la forma de la órbita de la Tierra o la distancia Tierra–Sol.

NOTA: Los términos perihelio y afelio no se usan en el texto porque las palabras no son necesarias para que los estudiantes entiendan el porqué de las estaciones.

SUGERENCIAS PARA ESTA ACTIVIDAD

Los estudiantes hacen una gráfica de la órbita de la Tierra usando imágenes del Sol tomadas cada mes durante un año.

© 1993 The President and Fellows of Harvard College

TABLA 1

LONGITUD MEDIDA		DISTANCIA CALCULADA
	ENERO 12	
	FEBRERO 11	
	MARZO 26	
	ABRIL 10	
	MAYO 23	
	JUNIO 15	
	JULIO 12	
	AGOSTO 17	
	SEPTIEMBRE 14	
	OCTUBRE 15	
	NOVIEMBRE 15	
	DICIEMBRE 15	

© 1993 The President and Fellows of Harvard College

2.6, Modelo del porqué de las estaciones

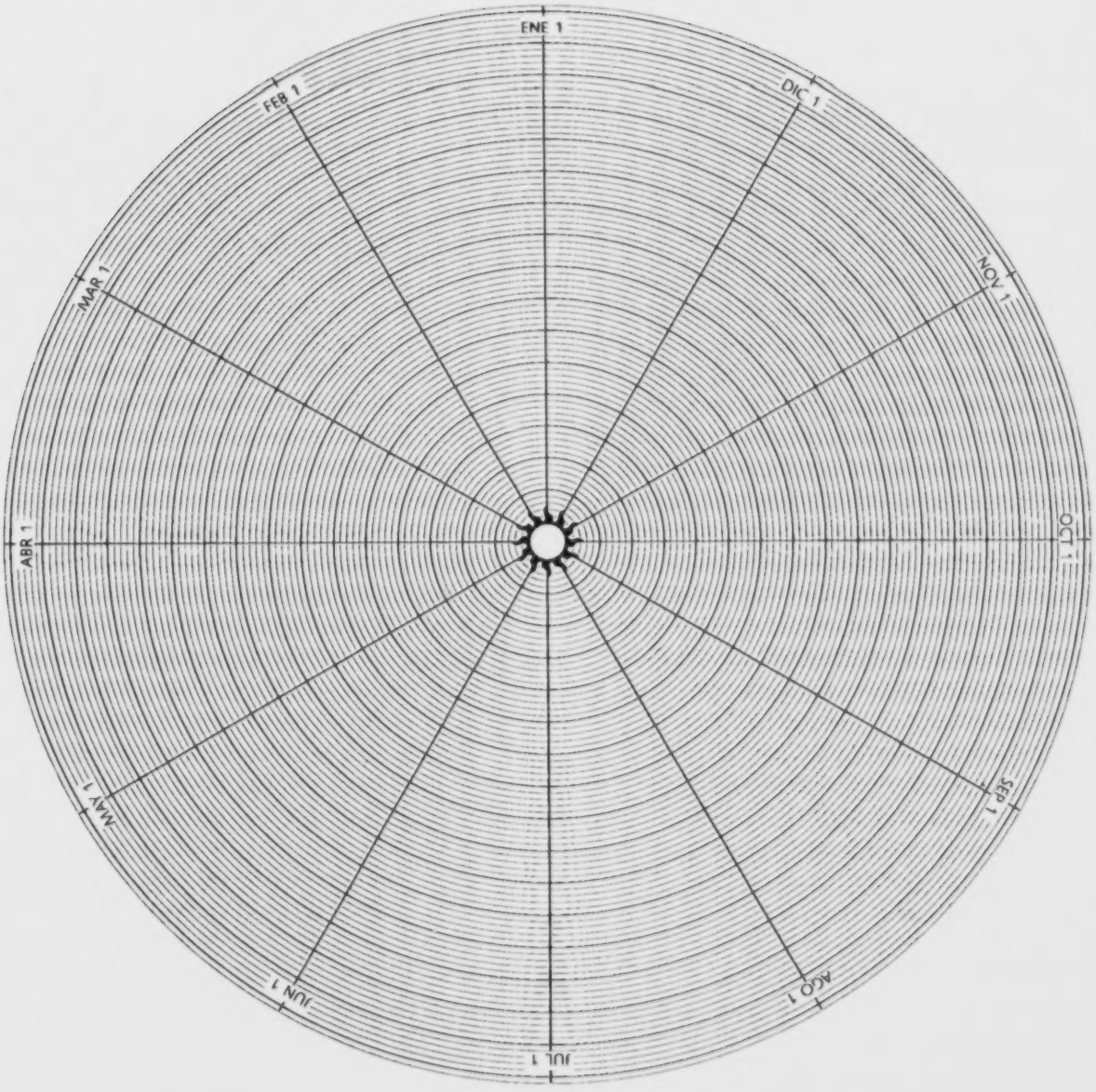


FIGURA 3
DISTANCIA TIERRA-SOL DURANTE UN AÑO
Los círculos oscuros están separados por 10 millones de kilómetros. Los círculos más claros están separados por 2 millones de kilómetros

111

© 1993 The President and Fellows of Harvard College

Paso B:

Las imágenes en la Tabla 1 están alineadas a lo largo de los bordes izquierdos. Sus estudiantes pueden usar una regla para dibujar una línea a lo largo de los bordes de la izquierda con el objeto de facilitar la medida de las longitudes de las imágenes. Si mira los bordes derechos de las imágenes desde la distancia o ve las imágenes inclinando la página lejos de usted, puede ver que las longitudes crecen y decrecen. Aquí está la lista de los valores razonables para la longitud de las imágenes de la Tabla 1. Los estudiantes deberán ser capaces de tomar sus medidas dentro de 0.1 cm de estos valores.

ENERO 12:	11.65 CM
FEBRERO 11:	11.6 CM
MARZO 26:	11.5 CM
ABRIL 10:	11.4 CM
MAYO 23:	11.3 CM
JUNIO 15:	11.2 CM
JULIO 12:	11.2 CM
AGOSTO 17:	11 CM
SEPTIEMBRE 14:	11.4 CM
OCTUBRE 15:	11 CM
NOVIEMBRE 15:	11.6 CM
DICIEMBRE 15:	11.6 CM

Paso C:

Los factores de conversión no están en el texto porque las fotocopias pueden causar pequeños cambios en el tamaño de las imágenes. Debe fotocopiar la Tabla 1 y hacer sus propias medidas de las longitudes de la imagen en la versión fotocopiada que usarán sus estudiantes. El factor de conversión se obtiene multiplicando el promedio de la distancia Tierra–Sol, 150,000,000 km, por la longitud promedio de las doce imágenes en la Tabla 1. Aun si se usan aproximaciones y "redondeo", la gráfica deberá ser exacta a la escala.

TÓPICOS DE DISCUSIÓN

1. La curva representa la órbita de la Tierra alrededor del Sol. La curva es casi un círculo perfecto.
2. Basado en las medidas de las longitudes de las imágenes, el estudiante debe concluir que la Tierra está más lejos del Sol en junio o julio. La interpolación de los resultados para junio 15 y julio 12, sugiere que la Tierra está a la mayor distancia del Sol alrededor de julio 1, lo cual es cierto.
3. Basado en las medidas de las longitudes de las imágenes, el estudiantes debe concluir que la Tierra está más cerca al Sol en enero. Un examen de la Figura 3 indica que la Tierra está más cerca al Sol alrededor de enero 12. Esta fecha varía de año en año, pero ocurre siempre alrededor del 3 de enero.
4. Los resultados de esta comparación varían con las predicciones de los estudiantes, pero muchos, si no la mayoría, habrán hecho predicciones opuestas a sus resultados.
5. La Figura 3 muestra la trayectoria de la Tierra alrededor del Sol. Muestra que esta trayectoria es muy parecida a un círculo. También muestra que la Tierra está más cerca al Sol en enero y más lejos del Sol en julio.
6. La diferencia en el tamaño aparente del Sol se puede explicar con uno de dos modelos. O el Sol se expande y se contrae en tamaño durante este período o la distancia entre la Tierra y el Sol cambia; el Sol parece ser más grande cuando la Tierra está más cerca de él. Datos no presentados en esta actividad confirman que es la distancia entre el Sol y la Tierra lo que cambia, no el diámetro del Sol. Si el diámetro del Sol variara durante el año, las imágenes del Sol hechas por naves espaciales deberían mostrar tal cambio; sin embargo, este cambio anual no se ha observado.
7. Hace más calor a fines de julio o principios de agosto (para lugares en el hemisferio norte, bajo condiciones de clima promedio). La Tierra está más cerca al Sol en enero, cuando el clima es normalmente el más frío del año. Por lo tanto, la distancia entre la Tierra y el Sol ciertamente no tiene un efecto decisivo en las estaciones.

© 1993 The President and Fellows of Harvard College

Mesa redonda sobre las estaciones

Actividad 2.7

Edades: 11-14

Fuente: Esta actividad se escribió especialmente para *More Universe at Your Fingertips* y es propiedad literaria de Dennis Schatz (1999), Pacific Science Center, 200 Second Ave., N., Seattle, WA 98109; U.S.A. Correo electrónico: schatz@pacsci.org. Está permitido hacer copias de esta actividad para su clase o escuela. Cualquier publicación o una amplia distribución requiere permiso del autor.

¿De qué trata esta actividad?

Las encuestas revelan que la mayoría de los adultos, para no hablar de los niños, no están familiarizados con la verdadera causa de las estaciones — creyendo que son debidas a que Tierra está más alejada del Sol en el invierno y más cerca en el verano. Aún cuando se les dice la verdadera causa a los estudiantes (en textos o lecciones), pronto regresan a su preconcepción de sugerir que la distancia es la razón principal. La mejor manera para que aprendan la razón de las estaciones es experimentar con los factores mismos y discutir sus resultados con sus compañeros.

¿Qué harán los estudiantes?

Primero los estudiantes discutirán las posibles causas de las estaciones y harán una lista de los factores sugeridos. Después se organizarán en pequeños grupos de investigación para comprobar la importancia de algunos de estos factores. Los grupos reportarán sus resultados a la clase completa. En mesa redonda con la clase, los estudiantes tendrán la oportunidad de discutir y refinar sus ideas, basados en los experimentos que han hecho los grupos. (Esta actividad muestra la manera en que grupos de científicos enfocan a menudo la solución de un problema).

Consejos y sugerencias

- Esta es una de las actividades más complejas en nuestro cuaderno. Ninguna parte es muy difícil, pero hay muchas partes. Recomendamos que haga la preparación y procedimiento usted mismo, asegurándose de que se sienta cómodo con las instrucciones, antes de tener que explicarlo todo a las estudiantes.
- Esta actividad está relacionadad con *la Actividad 2.4, Las causas de las estaciones* y *la Actividad 2.6, Modelo del porqué de las estaciones.*

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Estaciones	Solución de problemas	Pautas de cambio
Eje inclinado de la Tierra	Inferir	Modelos
Altitud del Sol y calentamiento solar	Experimentar	Simulaciones
Cómo los científicos resuelven problemas en cooperación	Discutir	Energía
	Explicar	

Mesa redonda sobre las estaciones

por Dennis Schatz
Pacific Science Center, Seattle, Washington

PERSPECTIVA GENERAL

La meta de esta actividad es poner a los estudiantes en posición de actuar como científicos, a medida que identifican varios factores que pueden causar las estaciones en la Tierra. Los estudiantes trabajan en grupos de investigación para explorar estos factores. La actividad concluye con la mesa redonda sobre las estaciones, donde los grupos de investigación presentan sus resultados para que los otros grupos los revisen. Este proceso simula lo que hacen los científicos cuando presentan sus resultados en conferencias. Después de la discusión con sus compañeros, los estudiantes deberán entender (y poder explicar) los factores que causan las estaciones de la Tierra.

A. CONCEPTOS CLAVES

Los estudiantes:

- Entenderán el proceso que usa el científico para estudiar un problema — identificar el problema, diseñar experimentos que puedan resolver el problema, llevar a cabo los experimentos, interpretar los datos y presentar los resultados.
- Entenderán que la distancia de la Tierra al Sol no es un factor importante en el origen de las estaciones de la Tierra.
- Entenderán que la cantidad de luz durante el día y la altura del Sol sobre el horizonte varían con las estaciones.
- Entenderán que la inclinación del eje de la Tierra en relación a la dirección del Sol es la causa de que la cantidad de luz es el día y la altura del Sol sobre el horizonte a mediodía durante el año. Esto es lo que causa nuestras estaciones.

B. INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA

Es mejor emperzar planteando un problema "real" que requerirá que los estudiantes entiendan la naturaleza de las estaciones para poder hallar una solución. Esto motivará al estudiante en querer aprender más sobre las estaciones.

MATERIALES

- Cartulina o una sección limpia en la pizarra
- Marcadores o tiza
- Diario científico para los estudiantes

PREPARACIÓN POR ADELANTADO

Escriba las siguientes preguntas en la parte de arriba de la cartulina: "Acaba de recibir fondos de investigación para estudiar cómo el número de horas de luz del día afecta el cuerpo humano. Querrá saber otro lugar en la Tierra que experimente aproximadamente el mismo número de horas de *oscuridad* que nosotros tenemos de *luz hoy*. ¿Es esto posible?, y si es así, ¿dónde?"

PROCEDIMIENTO

1. Coloque la cartulina en la pared, donde los estudiantes puedan tener acceso fácilmente a ella.
2. A medida que los estudiantes entren al salón, pídales que piensen sobre la pregunta en la cartulina. Pídales que escriban la pregunta en sus diarios y sus ideas sobre posibles respuestas.
3. Una vez los estudiantes terminen de escribir, pídales que resuman sus respuestas en la cartulina.
4. Haga que los grupos discutan las varias respuestas, motivándolos a debatir entre ellos.
5. Use la discusión de cómo las estaciones de la

© 1999 por Dennis Schatz

Tierra se relacionan con esta pregunta como entrada a la actividad de Pre-Evaluación.

6. (Opcional) Este es un excelente momento para pedirle a los estudiantes que busquen en el periódico la hora de la salida y puesta del Sol. Puede que los estudiantes interesados quieran hacer sus propias observaciones de la salida y/o puesta del Sol para compartirlas con la clase. Usted puede empezar una gráfica que traze las diferentes horas, durante su unidad de astronomía. Idealmente, esta gráfica deberá actualizarse semanalmente por el mayor tiempo posible del año.

   Como alternativa, la gráfica se puede completar usando programas de computador para astronomía observacional (p. ej. Voyager y RedShift).

C. IDENTIFICACIÓN DE POSIBLES FACTORES QUE CAUSAN LAS ESTACIONES Y ORGANIZACIÓN DE EQUIPOS DE INVESTIGACIÓN PARA ESTUDIAR ALGUNOS DE ESTOS

Esta actividad le permite evaluar el conocimiento y preconcepciones de los estudiantes sobre las estaciones, al mismo tiempo que identifica la lista de factores que pueden causarlas. Al final usted organizará grupos de estudiantes para que investiguen algunos de los factores.

MATERIALES

- Diarios de los estudiantes
- Cartulina o área limpia en la pizarra

PREPARACIÓN POR ADELANTADO

Ninguna

PROCEDIMIENTO

1. Pídale a los estudiantes que pretendan que están escribiendo un libro que explica las estaciones, para estudiantes dos años menores que ellos. Dígales que escriban la explicación en sus diarios, incluyendo algunos ejemplos para ayudar al lector a entender lo que están diciendo.
2. (Opcional) Si desea usar esto para propósitos de evaluación o quiere leer las respuestas de cada estudiante, dígale a sus estudiantes que usen papel carbón detrás de las páginas de sus diarios para así obtener sus respuestas en un papel aparte.
3. Pídale a varios individuos que presenten sus explicaciones y motive la discusión de varias ideas.
4. Concluya la discusión resumiendo en la cartulina o en la pizarra todos los factores que se han sugerido como causas de las estaciones. La discusión seguramente incluirá los siguientes factores:
   - Los cambios en la distancia de la Tierra al Sol
   - La altura que alcanza el Sol en el cielo durante el día
   - El número de horas de luz solar en diferentes días del año
   - La inclinación del eje de la Tierra
   - La revolución (u órbita) de la Tierra alrededor del Sol
   - La rotación (o giro) de la Tierra sobre su eje
   - La geografía local
   - El clima y las nubes

   Si alguno de los primeros cuatro factores no ha sido sugerido, guíe la discusión para asegurarse que sean incluidos.
5. Organice la clase en grupos de investigación de cuatro o cinco estudiantes. Los grupos llevarán a cabo experimentos para entender el efecto de los primeros seis factores. Dado que varios de estos factores están relacionados entre sí, algunos grupos examinarán más de uno. Idealmente, deberá haber seis grupos, de tal manera que dos de ellos lleven a cabo la misma investigación. Esto permitirá una comparación apropiada de los resultados y una discusión más efectiva.
6. Provea a cada grupo con los materiales necesarios para llevar a cabo su estudio, como se especifica en cada una de las actividades que sigue. Este es un punto crítico en el enfoque del estudio de las estaciones basado en la solución de problemas. Es

© 1999 por Dennis Schatz

posible que algunos estudiantes sientan que no tienen toda la información que necesitan, especialmente si están acostumbrados al enfoque de seguir instrucciones para estudiar ciencia. Algunos tendrán dificultades en entender el modelo del Sol y la Tierra que se usa en las actividades. Asegúreles que estos sentimientos son razonables y esperados, y que son similares a los que muchos científicos sienten cuando exploran un nuevo tema. Dígales que discutan con los miembros del grupo las preguntas que tienen, para ver si el grupo puede resolverlas sin ayuda. Si aún tienen preguntas, pídales que las escriban en sus diarios y que empiecen a hacer los experimentos lo mejor que puedan.

7. Dele a los estudiantes tiempo para empezar a hacer los experimentos y circule entre los grupos para contestar preguntas y ayudarlos a entender cómo funciona el proceso.

ACTIVIDAD 1: EFECTO DE LOS CAMBIOS EN DISTANCIA DE LA TIERRA DEL SOL

En esta actividad, el grupo de investigación hace un modelo a escala de la Tierra orbitando el Sol, para entender que la órbita de la Tierra es casi un círculo y, por lo tanto, no puede ser un factor en la causa de las estaciones.

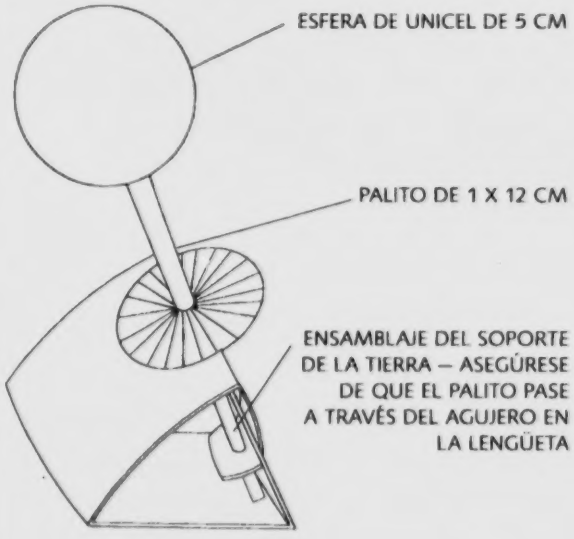
MATERIALES

- Lámpara pequeña con una bombilla de 250 vatios y sin pantalla
- Cinta métrica
- Fotómetro fotográfico
- Modelo ensamblado de la Tierra (esfera de unicel de 5 cm clavada en un palito de 1 cm x 12 cm colocado en la base que sostiene a la Tierra)
- Hoja de trabajo para los grupos de investigación (incluida aquí)

PREPARACIÓN POR ADELANTADO

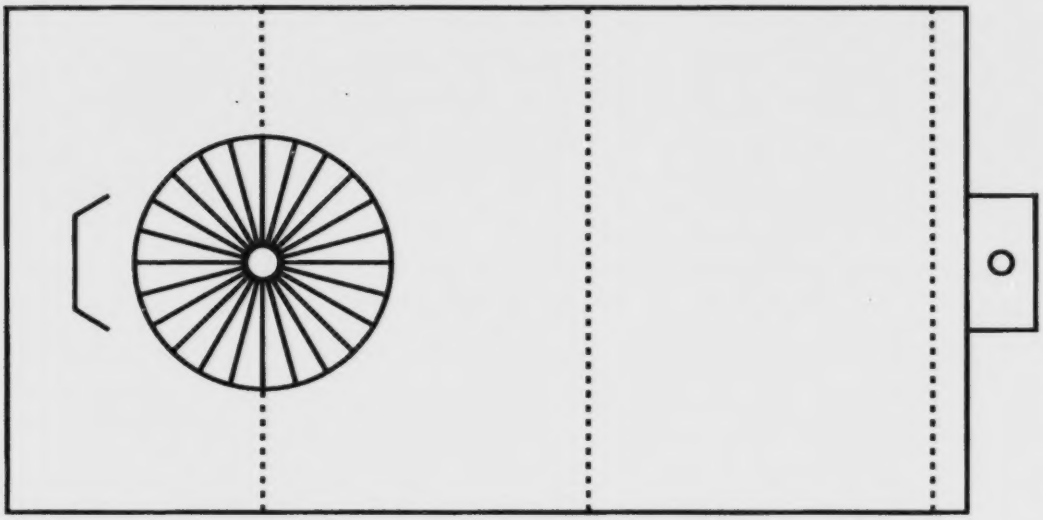
- Para esta actividad necesitará fotómetros fotográficos. Las mejores fuentes de fotómetros serán amigos u otros maestros — especialmente aquellos que enseñen fotografía. Si lo desea, puede adquirir uno barato en una tienda de cámaras.
- Tendrá que construir el modelo de la Tierra. Use el dibujo que se muestra en la próxima página para hacer el soporte de la esfera de unicel. La esfera y el palito se pueden conseguir fácilmente en tiendas de arte.
- Coloque todo el equipo para el grupo de investigación en contenedores apropiados.
- Haga copias de la hoja de trabajo para cada miembro del grupo.
- Identifique un espacio de aproximadamente 5 x 5 m que se pueda oscurecer (la actividad se puede hacer en un espacio más pequeño, pero mientras más grande sea el área, mejor funciona el modelo).

EL SOPORTE DE LA TIERRA ENSAMBLADO CON LA TIERRA MODELO



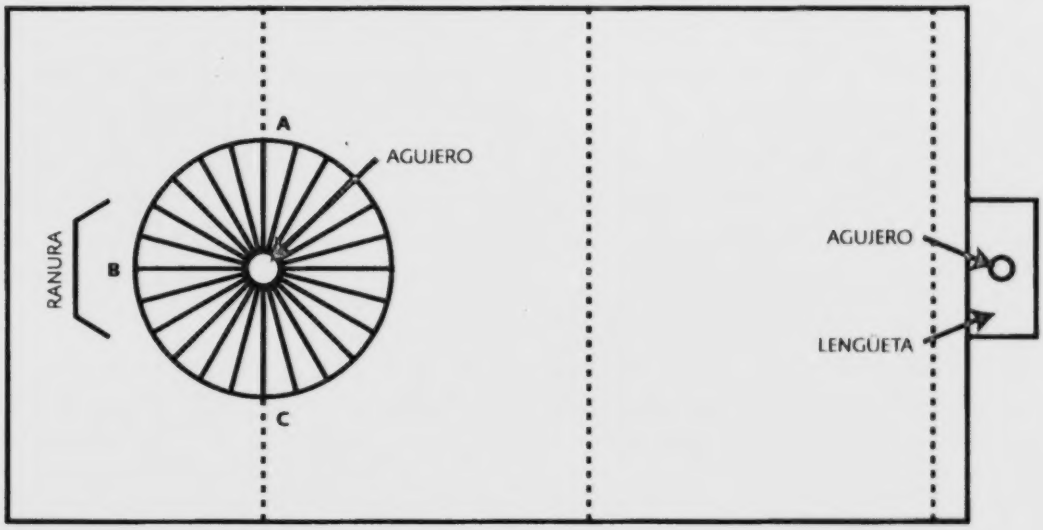
© 1999 por Dennis Schatz

El soporte de la Tierra



Instrucciones para El soporte de la Tierra

1) Use un cuchillo afilado para cortar medio círculo de A a B a C
2) Corte la ranura con un cuchillo afilado
3) Haga los agujeros con un cuchillo afilado
4) Doble a lo largo de las líneas punteadas
5) Después de cortar y doblar, meta la lengüeta en la ranura para que se vea como el dibujo de la página anterior



© 1999 por Dennis Schatz

PROCEDIMIENTO

1. Reparta a cada grupo su equipo e identifique su espacio de investigación.
2. Pídale a los estudiantes que lean las instrucciones de investigación, que discutan lo que tienen que hacer y que escriban cualquier pregunta que tengan en sus diarios.
3. Cuando terminen, pídales que revisen sus planes de investigación con usted, para que pueda aclararles cualquier duda y contestar sus preguntas. Si la operación del fotómetro no es obvia, muéstreles cómo usarlo.
4. Deje que el grupo de investigación proceda tan independientemente como sea posible, usando las instrucciones en sus hojas de trabajo.

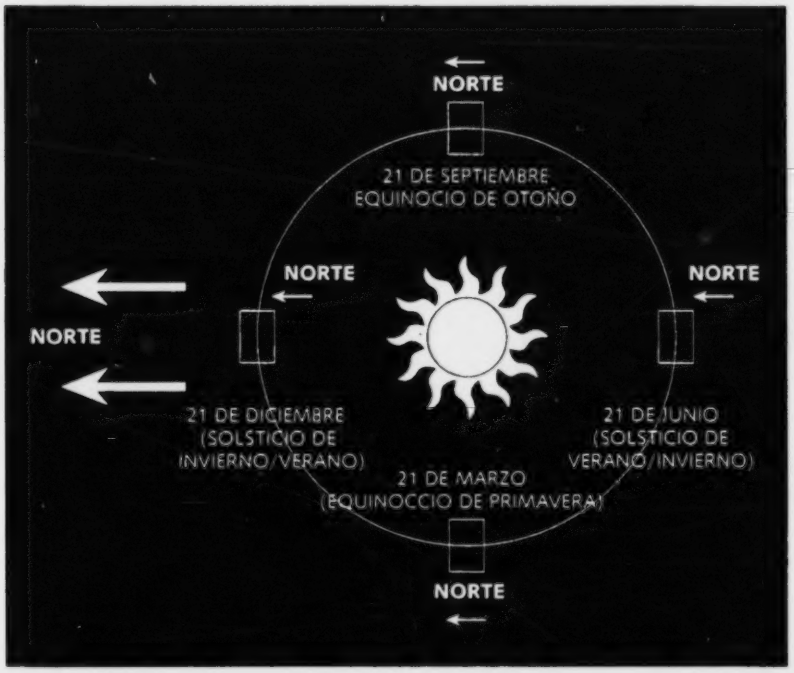
ACTIVIDAD 2: EFECTO DE LA ALTURA DEL SOL SOBRE EL HORIZONTE

En esta actividad, un grupo de investigación explora el efecto que tiene la altura del Sol sobre el horizonte en la cantidad de energía recibida por un lugar dado de la Tierra e investiga el efecto que esto puede tener en las estaciones. Se incluyen dos hojas de trabajo: una para uso en el hemisferio norte y otra para uso en el sur.

MATERIALES

- Linterna estilo bolígrafo
- Papel de gráfica con cuadrícula de 0.5 x 0.5 cm
- Hoja para medir el ángulo, con la tabla de la altura del Sol al mediodía (en la hoja de trabajo)
- Carpeta de manila
- Dos sujetapapeles grandes

MODELO DE ORBITO DE LA TIERRA ALREDOR DEL SOL



EL RADIO DEL CÍRCULO ES 61 CM (AUNQUE LA ÓRBITA DE LA TIERRA NO ES UN CÍRCULO PERFECTO A ESTA ESCALA ES IMPOSIBLE NOTAR SU ENLOGACIÓN).

USE HOJAS DE PAPEL NEGRO PEGADOS POR DETRÁS PARA HACER UNA HOJA DE 1.5 X 1.5 M.

118 BEST COPY AVAILABLE

© 1999 por Dennis Schatz

- Salón que se pueda oscurecer
- Hoja de trabajo "Altura del Sol sobre el horizonte" (incluida aquí. Asegúrese de usar la hoja apropiada para su hemisferio)

PREPARACIÓN POR ADELANTADO

- Coloque el equipo para el grupo de investigación en un contenedor apropiado
- Haga copias de la hoja de trabajo para cada miembro del grupo
- Identifique un espacio de trabajo que se puede oscurecer

ACTIVIDAD 3: EFECTO DE LA DIRECCIÓN DEL EJE DE LA TIERRA EN LAS ESTACIONES

En esta actividad, un grupo de investigación hace un modelo a escala de la Tierra orbitando al Sol para estudiar el efecto de la dirección del eje de rotación de la Tierra en el número de horas de luz solar en diferentes partes del planeta, durante las diferentes estaciones.

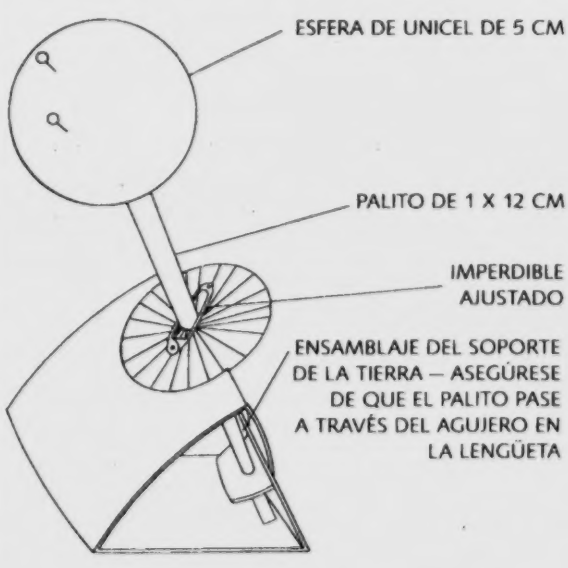
MATERIALES

- Bombilla de 40 vatios en una lámpara pequeña sin pantalla
- Papel negro mostrando la órbita de la Tierra alrededor del Sol (ver diagrama en la página siguiente)
- Modelo de la Tierra (esfera de unicel de 5 cm clavada en un palito de 1 cm por 12 cm colocado en el soporte para la Tierra)
- Tres alfileres de diferentes colores
- Hoja de trabajo "Dirección del eje de la Tierra" (incluida aquí)

PREPARACIÓN POR ADELANTADO

- La primera vez que haga esta actividad necesitará copiar el dibujo de la órbita de la Tierra que se muestra abajo en dos hojas de papel negro adheridas por detrás para obtener un área de aproximadamente 1.5 por 1.5 m. La mayoría de las tiendas de arte tienen rollos de papel negro y plateado o dorado y bolígrafos de punta gruesa que se pueden usar para hacer el dibujo. Después del primer uso, guarde el dibujo con el resto de los materiales para el futuro.
- También tendrá que ensamblar el modelo. Use el modelo del soporte de la Tierra que se incluye es esta actividad para hacer el soporte para la esfera de unicel y el palito. Una esfera de unicel y un palito se pueden encontrar fácilmente en tiendas de arte. Ensamble los artículos como se muestra abajo. Observe que, a diferencia de la actividad 1, este modelo de la Tierra tiene un imperdible en el palito.

EL SOPORTE DE LA TIERRA ENSAMBLADO CON LA TIERRA MODELO



© 1999 por Dennis Schatz

- Asegúrese de usar una lámpara lo suficientemente corta, o añada un soporte para el modelo de la Tierra, de tal manera que la lámpara y la Tierra estén al mismo nivel
- Coloque todo el equipo para el grupo de investigación en un contenedor apropiado
- Haga copias de las hojas de trabajo para cada miembro del grupo
- Identifique un espacio de trabajo que se pueda oscurecer

PROCEDIMIENTO

1. Reparta a cada grupo su equipo e identifique su espacio de trabajo.
2. Pídale a los estudiantes que lean las instrucciones, discutan lo que tienen que hacer y que escriban las preguntas que tengan en sus diarios.
3. Cuando terminen, pídales que revisen sus planes de investigación con usted, para que pueda aclararles cualquier duda y contestar sus preguntas.
4. Deje que el grupo de investigación proceda tan independientemente como sea posible, usando las instrucciones en sus hojas de trabajo.

D. MESA REDONDA

Así como los científicos se reunen para compartir sus últimas observaciones, datos y descubrimientos, esta parte de la actividad permite a los estudiantes compartir los resultados de sus actividades con sus compañeros. Cada grupo deberá tener preparada una presentación que describa:

1. El problema que están explorando
2. El procedimiento que siguieron
3. Los datos que recolectaron, incluyendo una gráfica de sus datos
4. Las conclusiones a las que llegaron

Pídale a cada grupo que presente sus hallazgos al resto de la clase. Después de cada presentación, las exposiciones preparadas por cada grupo se deben dejar alrededor del salón para usarlas en discusiones futuras.

Es mejor dejar las preguntas y discusiones para después de que todos los grupos hayan presentado sus resultados. Pida que cada persona tome notas en su diario sobre la presentación de cada grupo, y que escriban las preguntas que tengan, las cuales podrán formular durante la discusión con toda la clase.

Una vez que todos los grupos hayan hecho sus presentaciones, deje que los estudiantes hagan sus preguntas. Motive discusiones de estudiante a estudiante, y evite tomar parte activa en la interacción. La discusión usualmente identificará qué factores afectan las estaciones. Si esto no sucede, después de la discusión de los resultados puede enfocar a la clase en esta pregunta.

Al final de la discusión con toda la clase, resuma las conclusiones alcanzadas, las cuales usualmente incluirán las siguientes:

1. El cambio anual en la distancia de la Tierra al Sol es un porcentaje tan pequeño de la distancia que no influye en las estaciones de la Tierra.
2. La inclinación del eje de la Tierra hace que la Tierra tenga días más largos en el verano y más cortos en el invierno.
3. Mientras más alto está el Sol en el cielo al mediodía, la concentración de luz solar es mayor. Esto ocurre en el verano.

Concluya reforzando el simple concepto de que es la inclinación del eje de la Tierra lo que causa tanto los días más largos como la mayor concentración de luz solar durante el verano — y viceversa para el invierno.

© 1999 por Dennis Schatz

E. ACTIVIDADES ADICIONALES

1) INVESTIGAR LAS ESTACIONES EN OTROS LUGARES USANDO LA INTERNET

Use la Internet para contactar a maestros y estudiantes en otros lugares para comparar la cantidad de luz y la altura del Sol sobre el horizonte al mediodía en diferentes días del año. Si es posible, trabaje con otros cuatro grupos: un grupo cerca del ecuador, un segundo grupo en el hemisferio opuesto al suyo, aproximadamente a la misma distancia del ecuador que su ciudad, un tercer grupo en su latitud, y un cuarto grupo en una latitud mucho más alta en su hemisferio.

En lugar de trabajar con otros sitios, puede obtener información sobre esos lugares usando un programa de computador para observar el cielo (p. ej. Voyager y Redshift) y hacer una gráfica comparando los diferentes lugares para que la clase la discuta. Esto es un proyecto ideal para un grupo pequeño de estudiantes muy motivados.

2) ESTACIONES EN OTROS PLANETAS

Por Andrew Fraknoi

Una vez que los estudiantes entiendan las causas de las estaciones en la Tierra, una buena manera de hacerlos aplicar lo que aprendieron es pedirles que piensen sobre las estaciones en otros planetas en el Sistema Solar.

Puede empezar con un problema interesante, como: "Es el fin del siglo 21 y tú diriges una agencia de viajes que se especializa en excursiones a otros planetas. Una pareja de recién casados te pide que planees una a Marte. Como Marte es un planeta frío, quieren ir en la estación más caliente. Tu tarea es aprender lo suficiente sobre las estaciones en Marte para hacer la mejor recomendación posible para la excursión".

INCLINACIONES Y ESTACIONES DEL PLANETA

Para extender lo que aprendieron sobre la Tierra, los estudiantes necesitarán saber si los otros planetas están tan inclinados como el nuestro.

TABLA DE DATOS

PLANETA	INCLINACIÓN	NOTAS
MERCURIO	0 grados	No está inclinado
VENUS	177°	Inclinado sólo 2.7°, pero rota al revés
TIERRA	23°	
MARTE	25°	
JÚPITER	3°	
SATURNO	27°	
URANO	98°	Inclinado 82°, pero rota de lado
NEPTUNO	30°	
PLUTÓN	118°	Inclinado 62°, pero rota al revés

Nota: En el sistema que usan los astrónomos, cualquier inclinación de más de 90° significa que el planeta está rotando en sentido contrario a la orientación usual en el Sistema Solar. El comportamiento excepcional de Venus, Urano, y Plutón puede ser causado por enormes colisiones ocurridas en los comienzos del Sistema Solar.

Los estudiantes pueden pensar en las implicaciones de las inclinaciones en las estaciones de cada mundo. Venus, por ejemplo, casi no está inclinado. Como resultado la inclinación no tiene efecto en las estaciones. Marte, por otro lado, tiene una inclinación un poco mayor que la de la Tierra y tiene estaciones más dramáticas. Las estaciones de Urano son las más extrañas de todas. Debido a que el planeta orbita de lado, durante una estación el hemisferio sur mira hacia el Sol y el norte está oculto en una noche perpetua. Durante la estación opuesta, es el polo sur el que se encuentra durante 42 años terrestres de oscuridad.

CUANDO LA DISTANCIA IMPORTA

Como vimos, la órbita de la Tierra es casi un círculo. Su excentricidad, una característica que mide cuánto se aparta de un círculo, es de sólo 0.02. (Una excentricidad de 0 significa que la órbita es un

© 1999 por Dennis Schatz

círculo exacto; a mayor excentricidad, más alargada o elíptica es la órbita).

Marte tiene una órbita más elíptica que la de nuestro planeta, con una excentricidad de 0.09, una de las más grandes en nuestro Sistema Solar. Esto significa que en Marte la distancia afecta las estaciones: los veranos en el hemisferio norte son generalmente más fríos que aquellos en el hemisferio sur.

Las siguientes ecuaciones para elipses conectan el perihelio (el punto más cercano al Sol en la órbita de un planeta) o el afelio (el punto más distante al Sol en la órbita de un planeta) con otras propiedades de la órbita:

Distancia desde el foco al perihelio = a (1-e)

Distancia desde el foco al afelio = a (1+e)

a = eje semimayor de la elipse (mitad del largo del elipse)

e = excentricidad

foco = el punto donde está localizado el Sol

Esta es una tabla de órbitas planetarias:

TABLA DE DATOS

PLANETA	EXCENTRICIDAD	EJE SEMIMAYOR
MERCURIO	0.21	58 millones km
VENUS	0.01	108 millones km
TIERRA	0.02	150 millones km
MARTE	0.09	228 millones km
JÚPITER	0.05	778 millones km
SATURNO	0.06	1.43 billones km
URANO	0.05	2.87 billones km
NEPTUNO	0.01	4.50 billones km
PLUTÓN	0.25	5.91 billones km

Por ejemplo, Marte está a 207 millones de km del Sol en su punto más cercano y a 249 millones de km en su punto más distante.

OTROS FACTORES

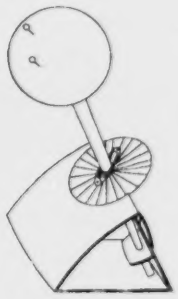
Además de la inclinación y la órbita, otros factores pueden influenciar las estaciones. La atmósfera de un planeta puede tener gran efecto en moderar las estaciones. Una atmósfera densa, con capas de nubes que absorban calor, puede reducir las variaciones entre día y noche, o suavizar las estaciones. En Venus, la temperatura es casi la misma en el día y la noche porque la atmósfera del planeta es densa y está compuesta de dióxido de carbono que absorbe calor. De otro lado, el aire enrarecido de Marte tiene poca influencia en las estaciones y los días del planeta. Sin embargo, ese planeta tiene tormentas periódicas de polvo que oscurecen los cielos e impiden la entrada de luz solar. La mayor parte de los planetas externos es gaseosa, así que los visitantes no podrían aterrizar y se hundirían hasta ser destruidos por la presión.

Los agentes de viaje del futuro deberán saber astronomía si quieren asegurarse que sus clientes regresen satisfechos (y vivos) de las excursiones al resto del Sistema Solar. ¡Nada hará que los agentes pierdan su licencia más rápido que una serie de clientes congelados en el desierto de Marte o aplastados en la atmósfera de Júpiter!

© 1999 por Dennis Schatz

NOMBRE: _____

FECHA: _____



Hoja de trabajo del grupo de investigación

Distancia de la Tierra al Sol

OBJETIVO

Tu objetivo es determinar qué efecto tienen los cambios en la distancia de la Tierra al Sol en las estaciones.

MATERIALES

- Lámpara pequeña con una bombilla de 250 vatios y sin pantalla
- Cinta para medir
- Fotómetro fotográfico
- Modelo de la Tierra (esfera de unicel en un palito colocada en el soporte de la Tierra)
- Esta hoja de trabajo "Distancia de la Tierra al Sol"

MOTIVACIÓN

Estarás haciendo un modelo a escala de la órbita de la Tierra alrededor del Sol y midiendo cuánto cambia la intensidad de la luz del Sol en el punto más cercano a la Tierra, comparado con el punto más lejano.

Asegúrate de mantener un registro en tu diario, anota los pasos que seguiste a través de la actividad, incluyendo los resultados y conclusiones.

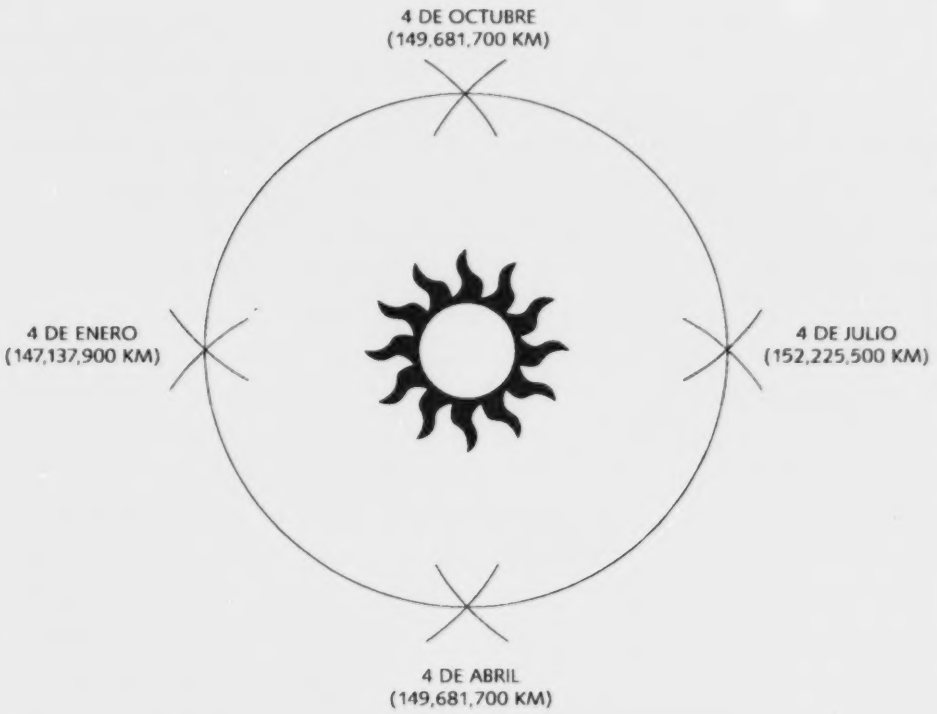
© 1999 por Dennis Schatz

Distancia de la Tierra al Sol

Hoja de trabajo del grupo de investigación

ASTRÓNOMO: _____

FECHA: _____



PROCEDIMIENTO

1) Usa la información de la Tabla para construir un modelo a escala de la Tierra orbitando al Sol. Usa la lámpara como si fuera el Sol y la esfera de unicel como la Tierra. Marca en el piso la posición de la Tierra en cada una de las fechas. También, marca en el piso qué dirección es norte en tu modelo.

DISTANCIA AL SOL DESDE LA TIERRA

Haz un modelo a escala de 1,000,000 km = un centímetro

FECHA	DISTANCIA (KM)	DISTANCIA (MODELO)
4 de julio	152,225,500 km	
4 de octubre	149,681,700 km	
4 de enero	147,137,900 km	
4 de abril	149,681,700 km	

© 1999 por Dennis Schatz

Hoja de trabajo del grupo de investigación

Distancia de la Tierra al Sol

2) Ahora que tu modelo está listo, coloca la Tierra en cada una de las cuatro posiciones y usa el fotómetro para medir el brillo del Sol. Asegúrate que el polo norte de la Tierra está siempre apuntando en la dirección norte cuando colocas la Tierra en cada posición, y de que el fotómetro está apuntando directamente al Sol cuando tomas la lectura. El salón debe estar completamente oscuro — excepto por la bombilla que representa el Sol — cuando tomes tus medidas. Registra los resultados en tu diario.

3) Para obtener una idea de cuán importante es realmente el efecto del cambio de la distancia de la Tierra al Sol, es útil ver este cambio en terminos del porcentaje de la distancia de la Tierra cuando está más cerca versus cuando está más lejos del Sol. Este cambio, en porcentaje, es:

$$\%\ \text{CAMBIO} = \frac{\text{DISTANCIA MÁS LEJOS DEL SOL} - \text{DISTANCIA MÁS CERCA DEL SOL}}{\text{DISTANCIA MÁS LEJOS DEL SOL}}$$

Incluye esta información en tu presentación para la clase.

4) Basado en los resultados de tu experimento, discute entre los miembros de tu grupo qué efecto tiene el cambio en la distancia de la Tierra al Sol en las estaciones. Escribe tus conclusiones en tu diario.

5) Prepara una presentación que explique la investigación que realizaste y a qué conclusiones llegaste. Asegúrate de incluir:

a. el problema que estabas explorando
b. el procedimiento que seguiste
c. los datos que recolectaste, incluyendo gráficas de tus datos
d. las conclusiones

6) (Opcional) En ciertos momentos del año, las personas que viven en el hemisferio norte están un poco más cerca al Sol que las personas que viven en el hemisferio sur. Seis meses más tarde, las personas en el hemisferio sur está un poco más cerca al Sol que las personas en el hemisferio norte. Usa la ecuación de % cambio para determinar cuán grande es la diferencia y discute si esto tendrá un efecto en las estaciones.

© 1999 por Dennis Schatz

Hoja de trabajo del grupo de investigación

La altura del Sol sobre el horizante

NOMBRE: _____

FECHA: _____

OBJECTIVO

Como habrás notado, en la mañana el Sol está cerca del horizonte y a medida que transcurre el día se aleja de él. El Sol alcanza su punto más alto sobre el horizonte alrededor del mediodía y después desciende por el cielo hasta que llega de nuevo al horizonte al atardecer. El punto más alto que alcanza el Sol sobre el horizonte al mediodía cambia a través del año. En los Estados Unidos y otros países en la misma latitud, el Sol está más alto en el cielo alrededor del mediodía en una fecha que los astrónomos llaman el solsticio de verano (20-22 de junio). El Sol está más bajo en el cielo alrededor del mediodía en el solsticio de invierno (20-22 de diciembre). En países como Chile y Argentina, el solsticio de verano ocurre en diciembre (20-22 de diciembre) y el de invierno en junio (20-22 de junio).

En esta actividad, simularás los cambios en la altura del Sol sobre el horizonte al mediodía, usando una linterna para representar el Sol. Usarás los datos para determinar qué efecto puede tener esto en las estaciones.

Asegúrate de mantener un registro de los pasos seguidos en tu diario. Incluye todos los resultados o conclusiones.

MATERIALES

- Linterna estilo bolígrafo
- Papel de gráfica 0.5 x 0.5 cm
- Hoja para medir el ángulo con la Tabla de la altura del Sol al mediodía (en la hoja de trabajo)
- Carpeta
- Dos sujetapapeles grandes
- Salón que se pueda oscurecer
- Esta hoja de trabajo
- Cinta adhesiva o goma
- Varios libros gruesos

© 1999 por Dennis Schatz

HOJA DE TRABAJO DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN

LA ALTURA DEL SOL SOBRE EL HORIZANTE

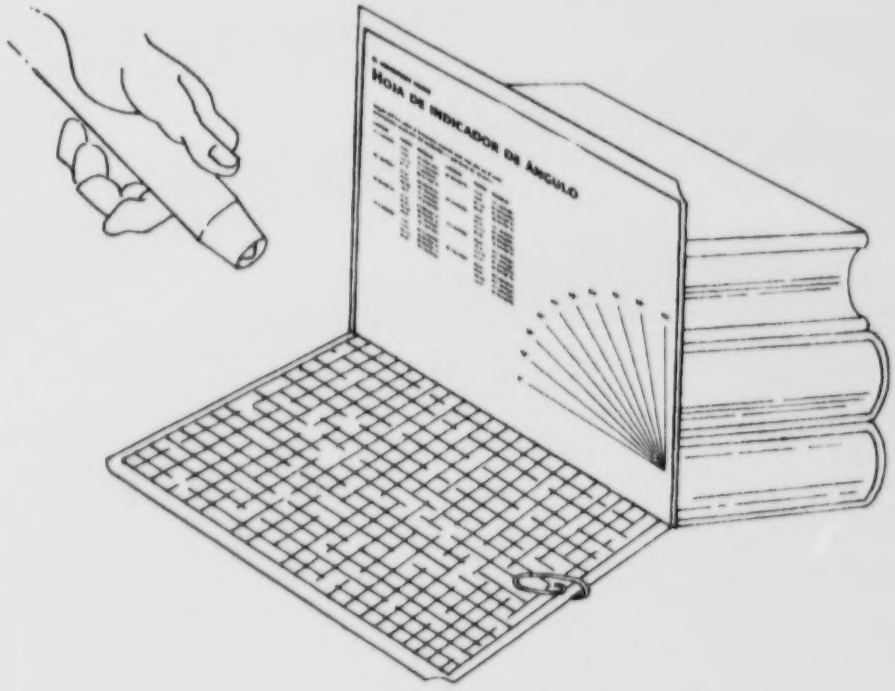
Procedimiento

1) Encuentra una mesa donde puedas poner los materiales, en un salón que se pueda oscurecer.

2) Abre la carpeta. Coloca el papel de gráfico y la hoja para medir la altura del Sol, como se muestra en el diagrama de abajo.

3) Usa cinta adhesiva o goma para pegar la página de medir el ángulo al lado izquierdo de la carpeta, como se muestra en el diagrama.

ARREGLO DE MATERIALES PARA ALTURA DEL SOL



© 1999 por Dennis Schatz

Hoja de trabajo del grupo de investigación

La altura del Sol sobre el horizante

4) Coloca la carpeta de modo que la mitad derecha esté plana sobre la mesa y la mitad izquierda esté a un ángulo de 90°, como se demuestra en el diagrama. Alguien puede mantener la carpeta abierto para que forme un angulo de 90° o puedes usar una pila de libros para mantener el lado izquierdo en su lugar.

5) Identifica la latitud de tu ciudad, usando un mapa del mundo. Encuentra la latitud más cercana en la Tabla "Altura del Sol al mediodía" que está en la hoja para medir el ángulo. Esta Tabla muestra la altura del Sol sobre el horizonte para tu latitud en diferentes momentos del año en tu hemisferio.

6) Para simular el brillo del Sol en la Tierra, coloca la linterna encendida al final de la línea para el ángulo en el solsticio de verano, como se muestra en el diagrama. Asegúrate de que la linterna está siempre:
   - Apuntado directamente a lo largo de la línea del ángulo.
   - A la misma distancia del papel, de manera que todo el haz de luz de la línterna caiga en él.

   Dibuja el contorno del haz de la linterna en el papel de gráfica.

7) Remueve el papel de gráfica, asegurándote de que anotaste la fecha que representa el contorno (p.ej. solsticio del verano).

8) Pídele a un miembro del grupo que cuente el número de cuadrados cubiertos por el haz de la linterna. Deberás decidir qué hacer con los cuadrados que están parcialmente cubiertos: ¿los quieres incluir?, ¿quieres ignorarlos? Registra los resultados en el diario.

9) Repite el proceso para otras épocas del año y produce una gráfica que represente el área cubierta por el haz en distintos momentos del año.

10) [Opcional] Si es posible, registra el porcentaje del cambio en el área cubierta por el haz de la linterna entre la primera fecha y cada una de las otras fechas. Escribe ésto en tu diario.

11) Recordando que la linterna representa el Sol, discute entre los miembros de tu grupo qué efecto tendrá el cambio de la altura del Sol al mediodía en las estaciones.

12) Prepara una presentación para el resto de la clase, usando las ayudas visuales apropiadas, que explique la actividad que realizaste y a qué conclusiones llegaste. Asegúrate de incluir:
   a. el problema que estabas explorando
   b. el procedimiento que seguiste
   c. los datos que recolectaste, incluyendo gráficas de tus datos
   d. las conclusiones

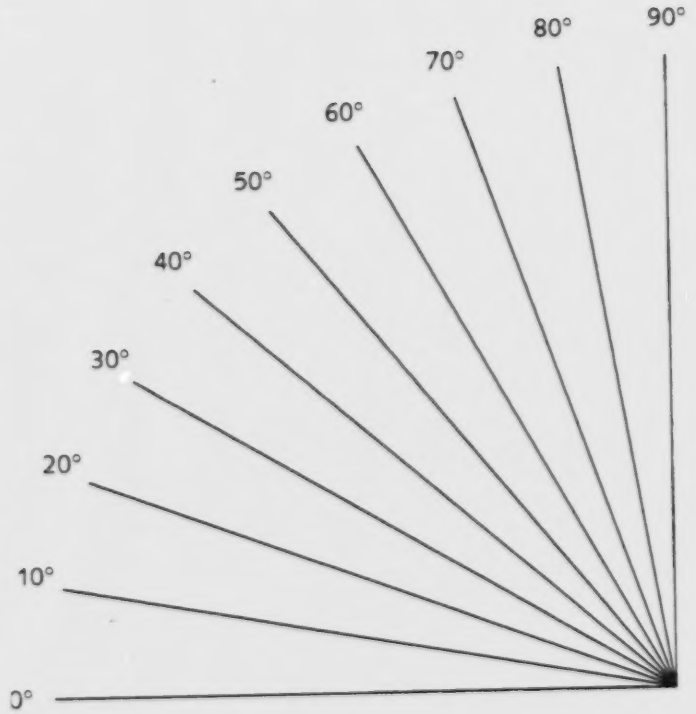
© 1999 por Dennis Schatz

EL HEMISFERIO NORTE

HOJA DE INDICADOR DE ÁNGULO

Ángulo del Sol sobre el horizonte, cuando está más alto en el cielo (usualmente alrededor del mediodía o 1 pm hora de verano).

LATITUD	FECHA	ÁNGULO	LATITUD	FECHA	ÁNGULO
60 GRADOS	21/6	53 GRADOS	40 GRADOS	21/6	73 GRADOS
	21/9	30 GRADOS		21/9	20 GRADOS
	21/12	7 GRADOS		21/12	27 GRADOS
	21/3	30 GRADOS		21/3	50 GRADOS
55 GRADOS	21/6	58 GRADOS	35 GRADOS	21/6	78 GRADOS
	21/9	35 GRADOS		21/9	55 GRADOS
	21/12	12 GRADOS		21/12	32 GRADOS
	21/3	35 GRADOS		21/3	55 GRADOS
50 GRADOS	21/6	63 GRADOS	30 GRADOS	21/6	83 GRADOS
	21/9	40 GRADOS		21/9	60 GRADOS
	21/12	17 GRADOS		21/12	37 GRADOS
	21/3	40 GRADOS		21/3	60 GRADOS
45 GRADOS	21/6	68 GRADOS	25 GRADOS	21/6	88 GRADOS
	21/9	45 GRADOS		21/9	65 GRADOS
	21/12	22 GRADOS		21/12	42 GRADOS
	21/3	45 GRADOS		21/3	65 GRADOS



© 1999 por Dennis Schatz

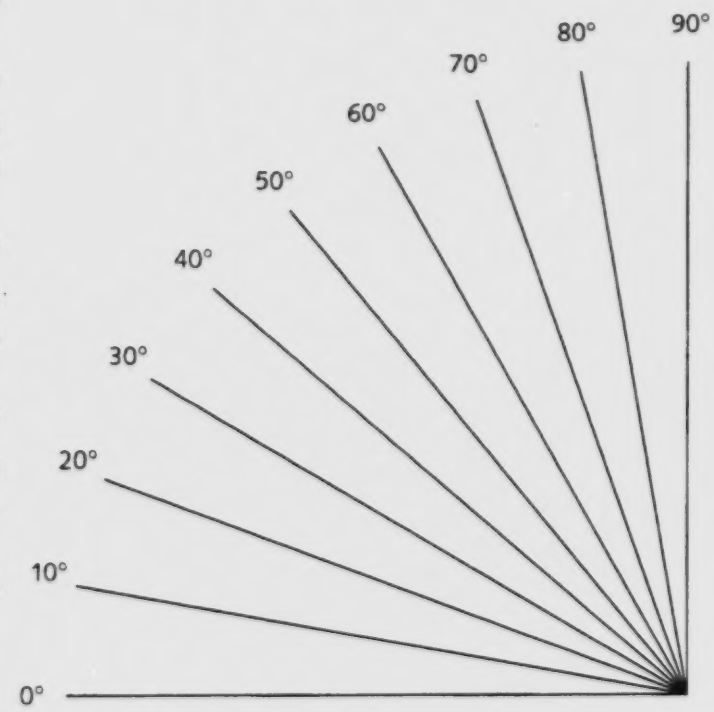
© 1999 por Dennis Schatz

EL HEMISFERIO SUR

HOJA DE INDICADOR DE ÁNGULO

Ángulo del Sol sobre el horizonte, cuando está más alto en el cielo (usualmente alrededor del mediodía o 1 pm hora de verano).

LATITUD	FECHA	ÁNGULO	LATITUD	FECHA	ÁNGULO
60 GRADOS	21/12	53 GRADOS	40 GRADOS	21/12	53 GRADOS
	21/9	30 GRADOS		21/9	30 GRADOS
	21/6	7 GRADOS		21/6	7 GRADOS
	21/13	30 GRADOS		21/13	30 GRADOS
55 GRADOS	21/12	53 GRADOS	35 GRADOS	21/12	53 GRADOS
	21/9	30 GRADOS		21/9	30 GRADOS
	21/6	7 GRADOS		21/6	7 GRADOS
	21/13	30 GRADOS		21/13	30 GRADOS
50 GRADOS	21/12	53 GRADOS	30 GRADOS	21/12	53 GRADOS
	21/9	30 GRADOS		21/9	30 GRADOS
	21/6	7 GRADOS		21/6	7 GRADOS
	21/13	30 GRADOS		21/13	30 GRADOS
45 GRADOS	21/12	53 GRADOS	25 GRADOS	21/12	53 GRADOS
	21/9	30 GRADOS		21/9	30 GRADOS
	21/6	7 GRADOS		21/6	7 GRADOS
	21/13	30 GRADOS		21/13	30 GRADOS



HOJA DE TRABAJO

Dirección del eje de la Tierra

NOMBRE: _____

FECHA: _____

OBJECTIVO

Tu meta es determinar qué efecto tiene la dirección del eje de la Tierra en el número de horas de luz del día que se reciben en diferentes lugares de la Tierra y cuál es el efecto de esto en las estaciones.

MOTIVACIÓN

La Tierra gira sobre su eje cada 24 horas. Es como si alguien insertara una gran aguja a través de la Tierra, del Polo Norte al Polo Sur, e hiciera que la Tierra girara sobre la aguja. El eje de la Tierra está inclinado en relación a la dirección del Sol. En esta actividad harás un modelo del Sol, la Tierra, y de cómo la Tierra orbita el Sol. Esto te permitirá determinar cuánta luz brilla en diferentes partes de la Tierra en diferentes momentos del año. Usarás esta información para predecir qué efecto pueden tener estos cambios en las estaciones de la Tierra.

Asegúrate de mantener un registro en tu diario de los pasos que sigues durante la actividad, incluyendo los resultados y conclusiones.

MATERIALES

- Bombilla de 40 vatios en una pequeña lámpara sin pantalla
- Papel negro que muestra la órbita de la Tierra alrededor del Sol
- Modelo de la Tierra (esfera de unicel en un palito, soporte de la Tierra e imperdible)
- Tres alfileres de diferentes colores
- Esta hoja de trabajo

PROCEDIMIENTO

1) Encuentra un lugar oscuro, donde puedas llevar a cabo tu investigación.
2) Despliega el papel negro que muestra el órbita de la Tierra. Asegúrate de que haya suficiente espacio alrededor de todos los lados para que tu grupo trabaje.
3) Coloca la lámpara con la bombilla en el lugar del Sol en el papel negro y enciéndela.

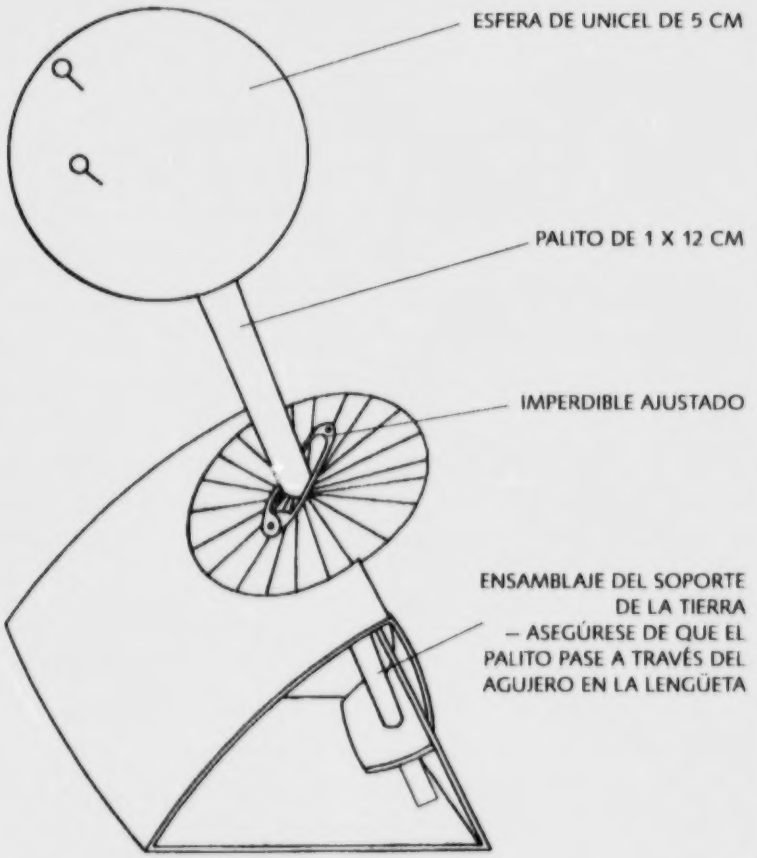
© 1999 por Dennis Schatz

HOJA DE TRABAJO

Dirección del eje de la Tierra

4) Asegúrate que el modelo de la Tierra está ensamblado como se muestra abajo. Asegúrate que el imperdible está bien ajustado en el palito de madera.

EL SOPORTE DE LA TIERRA ENSAMBLADO CON LA TIERRA MODELO



5) Encuentra la latitud de tu ciudad en un mapa y coloca uno de los alfileres aproximadamente en tu latitud en el modelo de la Tierra.

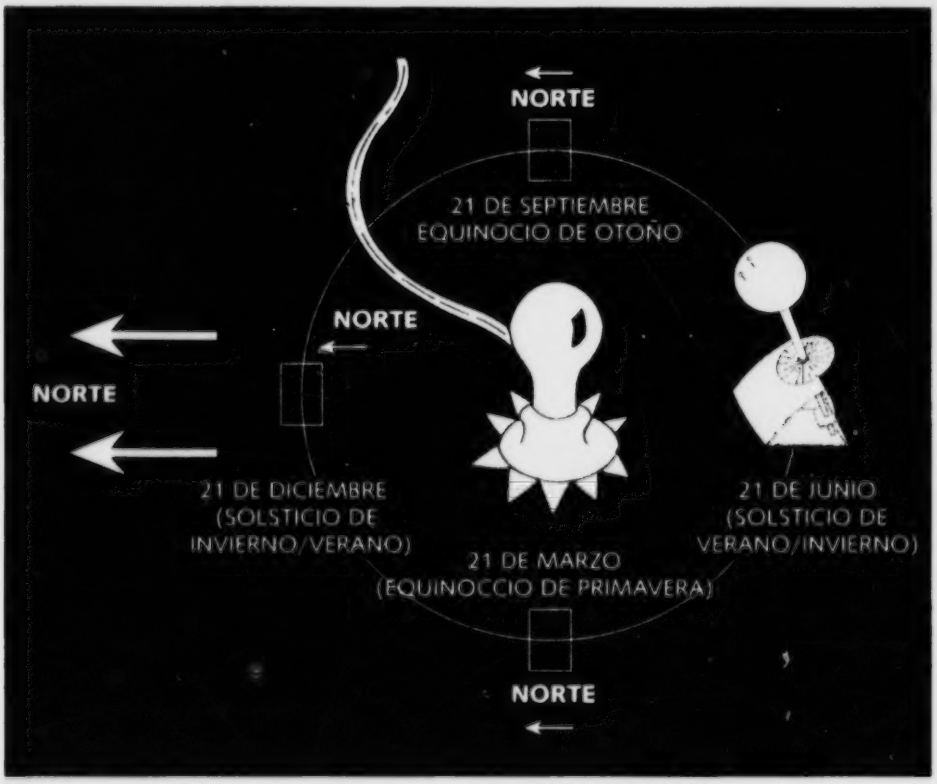
© 1999 por Dennis Schatz

HOJA DE TRABAJO

Dirección del eje de la Tierra

6) Coloca el modelo de la Tierra en el papel negro, en el lugar marcado como solsticio de verano. Asegúrate que el eje de la Tierra (el palito) esté inclinado hacia la dirección norte que muestra el papel (como se muestra en el dibujo abajo).

ARREGLO DE MATERIALES PARA LA ACTIVIDAD
DIRECCIÓN DEL EJE DE LA TIERRA



7) La Tierra rota en su eje al revés de las manecillas del reloj (vista desde el norte), una vez cada 24 horas. Practica darle vuelta a la Tierra en la dirección apropiada y nota que el imperdible da una vuelta completa y pasa por todos los indicadores de las horas con cada rotación completada.

8) Ahora estás listo para usar el modelo Sol y Tierra para determinar el número de horas de luz del día en tu ciudad en diferentes momentos del año.

BEST COPY AVAILABLE

© 1999 por Dennis Schatz

HOJA DE TRABAJO

Dirección del eje de la Tierra

9) Gira la Tierra al revés de las manecillas del reloj hasta que el alfiler se esté moviendo del lado de la noche de tu modelo (lado oscuro) al lado de la luz del día (lado iluminado). Este es el momento en el que el Sol saldría para una persona que esté montada en el alfiler. Mantén el modelo de la Tierra en su lugar, mientras que otro miembro del grupo mueve el imperdible para que esté encima de una de las líneas de horas.

10) Ahora rota la Tierra, hasta que el alfiler está en la puesta del Sol (donde el alfiler va desde el lado iluminado del modelo al lado oscuro). Cuenta el número de horas (incluyendo un estimado de cualquier fracción de hora al momento de la puesta del Sol) sobre las que el imperdible ha pasado. Este es el número de horas de luz en tu ciudad en el solsticio de verano.

11) Escribe esta información en tu diario.

12) Mueve el modelo Tierra a los otros tres lugares en el papel negro y repite las observaciones. Asegúrate que el eje de la Tierra siempre esté apuntando al norte en cada posición. Escribe los datos en tu diario. Prepara una gráfica que muestre cómo varía el número de horas de luz en diferentes fechas del año.

13) Usa los datos para discutir entre los miembros de tu grupo el efecto qué tendrá la inclinación del eje de la Tierra en las estaciones.

14) Prepara una presentación para el resto de la clase, usando las ayudas visuales apropiadas, para explicar la actitidad que realizaste y a qué conclusiones llegaste. Asegúrate de incluir:

a. el problema que estabas explorando

b. el procedimiento que seguiste

c. los datos que recolectaste, incluyendo gráficas de tus datos

d. las conclusiones

15) [Opcional] Repite tus observaciones, pero sin inclinar el eje de la Tierra.

16) [Opcional] Coloca un nuevo alfiler en el ecuador y repite tus observaciones en todas las cuatro posiciones en la órbita de la Tierra alrededor del Sol. Registra estas observaciones en tu diario.

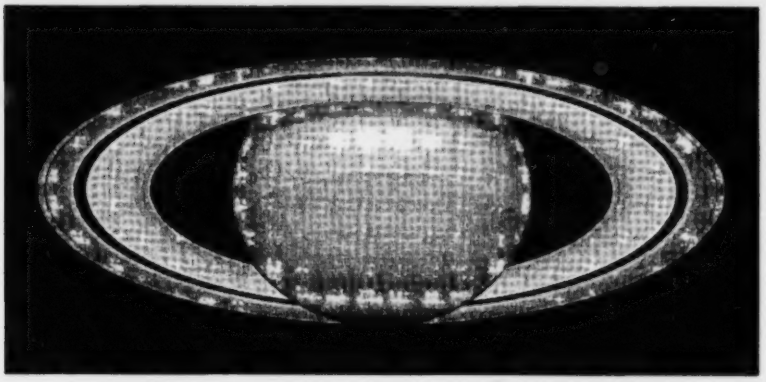
17) [Opcional] Coloca un nuevo alfiler en un sitio al otro lado del ecuador que está a la misma distancia del ecuador que tu ciudad. Repite tus observaciones en las cuatro posiciones en la órbita de la Tierra alrededor del Sol. Registra estas observaciones en tu diario.

© 1999 por Dennis Schatz

Sección 3

Los planetas

INFORMACIÓN DE FONDO: LOS PLANETAS



Cuando los antiguos estudiaron el cielo nocturno, se dieron cuenta de que cinco "estrellas" se movían con respecto a las demás. Las llamaron "planetas", que significa "errantes" en griego, y siguieron sus movimientos cuidadosamente. Estas observaciones les permitieron a los astrónomos descubrir por qué se movían: los planetas, incluyendo la Tierra, giran alrededor del Sol. A través de los años, los telescopios han revelado la existencia de tres planetas más, muy débiles para ser observados a simple vista. En la actualidad sabemos de la existencia de nueve planetas en nuestro Sistema Solar (incluyendo la Tierra).

Los planetas básicamente son de dos tipos diferentes. Los "terrestres", como Mercurio, Venus, Tierra y Marte, son pequeños, densos y rocosos. Todos tienen superficie sólida, y todos están cerca del Sol. Mercurio, el más cércano al Sol y el más pequeño de todos los planetas terrestres, no tiene atmósfera apreciable. Venus, con un tamaño parecido al de la Tierra, tiene una atmósfera densa, compuesta principalmente dióxido de carbono y la presión del aire en su superficie es 90 veces más grande que la del aire en la superficie de la Tierra. El aire denso atrapa el calor proveniente del Sol, del mismo modo que los invernaderos mantienen el calor a pesar de las frías temperaturas exteriores: la temperatura en la superficie de Venus es más de 400° C. ¡Si usted fueran tan desafortunado como para aterrizar en Venus, sería asfixiado, comprimido y quemado simultaneamente tan pronto como saliera de la nave espacial!

Marte también tiene dióxido de carbono, pero la atmósfera es muy poco densa, con una densidad de cerca del uno por ciento de la de la Tierra. La atmósfera no retiene el calor bien y las temperaturas en la superficie varían desde -110° C en la noche invernal a 20° C en el ecuador durante el verano. Marte tiene capas polares de hielo y lo que parecen ser cauces de ríos secos, lo que a llevado a los investigadores a pensar que hace mucho tiempo Marte puede haber tenido una atmósfera más densa y agua líquida en la superficie.

A diferencia de los planetas terrestres, Júpiter y los otros planetas "jovianos" en las afueras del Sistema Solar (Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno) no tienen superficie sólida en la cual uno podría pararse. Son gigantes gaseosos: grandes (once Tierras pueden caber en el ecuador de Júpiter), rotando rápidamente y con densidades muy bajas. De hecho, la densidad de Saturno es tan baja que si usted tuviera una tina de baño lo suficientemente grande, llena de agua, el planeta flotaría en ella. Cuando observamos los planetas jovianos, vemos la parte de arriba de sus nubes. Excepto Urano, todos muestran complicados patrones de vientos e inmensas tormentas (como la famosa mancha roja de Júpiter). Urano está cubierto de nubes sin características llamativas, quizá porque su interior es más frío que

el de otros planetas jovianos. A medida que uno penetra en la atmósfera, la densidad de los gases aumenta, hasta que finalmente la atmósfera se vuelve líquida. En sus centros puede haber un núcleo rocoso del tamaño de la Tierra, aunque no es claro si este centro es sólido o líquido.

A diferencia de los planetas terrestres, los jovianos están rodeados de anillos compuestos de partículas de hielo. El de Saturno es el más hermoso: un gigante sistema de billones de partículas diminutas en órbita alrededor del ecuador del planeta. Los anillos de los otros planetas son muchos mas delgados y no tan brillantes. Los astrónomos creen que los anillos son los restos de colisiones involucrando sus lunas, capturadas por la gravedad de los planetas gigantes. Cada planeta joviano tienen muchas lunas; algunas (Ganímede y Calisto en Júpiter y Titán en Saturno) son tan grandes como el planeta Mercurio.

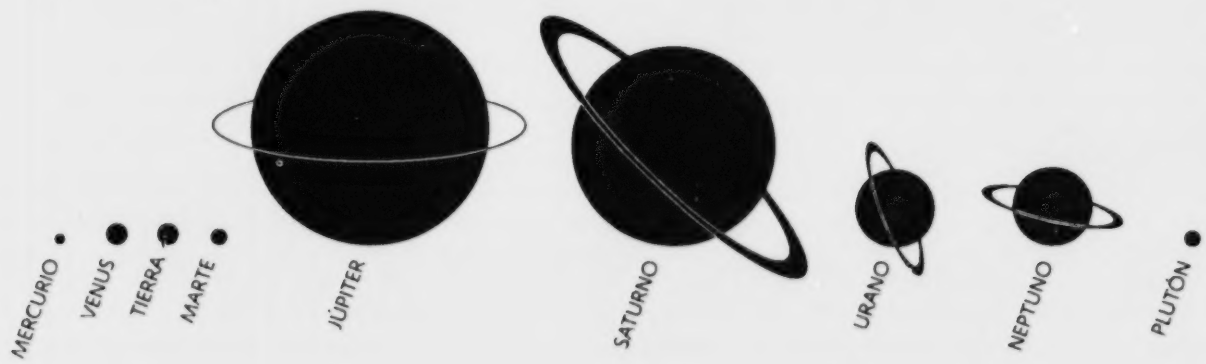
Plutón es el planeta más pequeño de todos: su diámetro es 2/3 el de nuestra Luna. Es el más distante del Sol y no es ni joviano ni terrestre. Como los planetas terrestres es pequeño, pero debido a que es una mezcla de rocas y hielo, su densidad es baja, como los planetas jovianos. No es un gigante gaseoso, pero se encuentra en el exterior del Sistema Solar. Debido a su pequeño tamaño y su órbita excéntrica, los investigadores pensaban que Plutón podría ser una luna de Neptuno que escapó la atracción del planeta. Cuando se dieron cuenta que Plutón tiene su propia luna (que tiene casi mitad de su tamaño), esa simple idea fue abandonada. Ahora los astrónomos creen que Plutón y algunas de las otras lunas heladas y los cometas que se encuentran más allá de las órbitas de Neptuno y Plutón pueden ser los restos de un grán número de cuerpos helados pequeños que alguna vez llenaron el Sistema Solar exterior. La mayor parte de estos cuerpos seguramente se volvieron parte de los planetas gigantes o fueron expulsados a las partes más lejanas del Sistema Solar debido a encuentros cercanos con los planetas jovianos y sus intensas gravedades.

Estos encuentros probablemente ocurrieron temprano en la vida de nuestro sistema. Los astrónomos creen que los planetas se formaron al mismo tiempo que el Sol, hace aproximadamente 4.6 billones de años, cuando una nube gigante de gas y polvo interestelar se condensó. La mayoría del material cayó en el centro de la nube, convertiéndose en el Sol, pero (para simplificar una historia muy complicada) algo de material quedó en un disco circulando alrededor de la estrella. Con el tiempo, pequeños granos de polvo en el disco chocaron los unos con los otros y se pegaron. A medida que crecían, capturaron material cerca de ellos, incrementando su tamaño aún más. Eventualmente se conviertieron en grandes pedazos, que chocaron y se unieron los unos a los otros, hasta crear objetos del tamaño de planetas. Los planetas barrieron con el material sobrante, capturando polvo y gas, y dejando el espacio entre ellos casi vacío.

Este escenario para la formación de los planetas ayuda a entender las similaridades entre ellos. Todos los planetas giran alrededor del Sol en la misma dirección (en contra de las agujas del reloj, vistos desde el polo norte del Sol). Con excepción de Venus y Urano, todos giran sobre sus ejes en contra de las agujas del reloj. Además, todos los planetas giran alrededor del Sol en el mismo plano. Todo esto se puede explicar si los planetas se formaron del mismo disco.

Este escenario puede también explicar sus diferencias, principalmente el porqué los planetas terrestres son pequeños y rocosos, mientras que los jovianos son gigantes gaseosos. En la parte interior del Sistema Solar, el calor del Sol impidió que la mayoría del gas en el disco se solidificara. Solamente pequeñas cantidades de materiales de alta densidad como rocas y metales pudieron condensarse, resultando en planetas pequeños y rocosos. En las partes del disco más lejanas del Sol, la temperaturas fueron lo suficientemente bajas para formar hielos. De esta manera, los planetas exteriores crecieron rápidamente, lo que les permitió ser grandes. Una vez crecieron lo suficiente, capturaron grandes cantidades de gases como hidrógeno y helio, con los cuales formaron sus extensas atmósferas gaseosas. Los planetas terrestres nunca crecieron lo suficiente y la temperatura en el interior del Sistema Solar era

GRÁFICO DE LOS PLANETAS
Las distancias no están dibujadas a la escala.



demasiado alta como para atrapar los mismos gases.

De acuerdo a este escenario, los planetas deberían formarse como sub-productos naturales durante el nacimiento de las estrellas. Esto ha llevado a los astrónomos a creer que muchas estrellas están acompañadas por sistemas planetarios. Cuando este libro entró en prensa (enero 2002) se habían descubierto 80 estrellas con planetas alrededor de ellas, con más siendo descubiertas todos los días. Hasta el momento, todos los planetas "extrasolares" descubiertos son gigantes gaseosos, como los planetas jovianos. Aunque planetas como la Tierra son difíciles de descubrir alrededor de otras estrellas, esto no significa que no existan. Si otras estrellas tienen planetas, es posible que no estemos solos en el Universo.

GRÁFICO DE LOS PLANETAS

	MERCURIO	VENUS	TIERRA	MARTE	JÚPITER	SATURNO	URANO	NEPTUNO	PLUTÓN
1) DISTANCIA PROMEDIO DEL SOL (MILLONES DE KILÓMETROS	57.9	108.2	149.6	227.9	778.3	1,427	2,871	4,497	5,914
2) PERÍODO DE REVOLUCIÓN	88 días	224.7 días	365.3 días	687 días	11.86 años	29.46 años	84 años	165 años	248 años
3) DIÁMETRO ECUATORIAL (KILÓMETROS)	4,880	12,100	12,756	6,794	143,200	120,000	51,800	49,528	~2,330
4) ATMÓSFERA (COMPONENTES PRINCIPALES)	Virtualmente ninguno	Dióxido de carbono	nitrógeno oxígeno	Dióxido de carbono	hidrógeno helio	hidrógeno helio	helio hidrógeno metano	hidrógeno helio metano	metano ¿?
5) LUNAS	0	0	1	2	16	18	15	8	1
6) ANILLOS	0	0	0	0	0	1,000 (?)	11	4	0
7) INCLINACIÓN DE LA ÓRBITA	7°	3.4°	0°	1.9°	1.3°	2.5°	0.8°	1.8°	17.1°
8) EXCENTRICIDAD DE LA ÓRBITA	.206	.007	.017	.093	.048	.056	.046	.009	.248
9) PERÍODO DE ROTACIÓN	59 días	243 días Retrógrado	23 horas 56 min	24 horas 37 min	9 horas 55 min	10 horas 40 min	17.2 horas Retrógrado	16 horas 7 min	6 días, 9 horas, 18 min Retrógrado
10) INCLINACIÓN DEL EJE*	Casi 0°	177.2°	23°27'	25°12'	3°5'	26°44'	97°55'	28°48'	120°

Las inclinaciones mayores que 90° implican rotación retrógrada.

La forma y gravedad de la Tierra

Actividad 3.1

Edades: 9-14

Fuente: Reimpreso con el permiso de la guía para maestros de *Great Explorations in Math and Science (GEMS), Earth, Moon and, Stars*. Derechos reservados © 1992 por The Regents of the University of California. La serie de GEMS incluye más de 40 guías y manuales para maestros desde nivel preescolar hasta el décimo grado. Disponible en: LHS GEMS, Lawrence Hall of Science, University of California, Berkeley, CA, 94720 U.S.A.; Tel.: (510) 642-7771.

¿De qué trata esta actividad?

Si la Tierra es realmente una esfera flotando en el espacio, ¿cómo es posible que las personas que están "abajo" no se caigan? La respuesta de esta pregunta nos lleva a explorar cómo funciona la gravedad, y es una buena manera de estimular el pensamiento crítico. A medida que los estudiantes empiezan a comparar los planetas, las lunas, los asteroides y los cometas en el Sistema Solar, rápidamente se darán cuenta de sus formas. Los cuerpos más pequeños vienen en una variedad de formas no uniformes, pero pronto los estudiantes notarán que todos los cuerpos grandes son esféricos. La gravedad es la clave para las formas de los planetas, y de cómo nuestro Sistema Solar se mantiene unido.

¿Qué harán los estudiantes?

Los estudiantes investigarán sus ideas sobre cómo funciona la gravedad. Los estudiantes comenzarán discutiendo cuál creen que es la forma de la Tierra y cómo las cosas caen en este y otros lugares alrededor del planeta. Los estudiantes discutirán cómo funciona la gravedad a nivel global.

Consejos y sugerencias

- Pregúntele a los estudiantes cómo creen que las caídas y la gravedad funcionan en otros objetos en el Sistema Solar, como Júpiter o un pequeño asteroide alargado.
- La última pregunta (sobre dejar caer algo en un agujero imaginario excavado completamente a través de la Tierra) se puede relacionar con algunas preguntas en la clase de física. Relacione la actividad con los conceptos de caída (aceleración), fuerzas (gravedad), y hasta movimiento armónico (como péndulo o movimiento de resortes).
- Fotos de personas en el hemisferio opuesto al suyo ayudarán a estimular la discusión sobre lo que significa "abajo".

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Gravedad	Observar	Escala
Caída	Relacionar	Sistemas e interacciones
La forma de la Tierra	Comunicar	
	Inferir	

LA FORMA Y GRAVEDAD DE LA TIERRA

INTRODUCCIÓN

A pesar de la evidencia de nuestros sentidos, desde muy pequeños nos dicen que la Tierra es redonda como una bola. Tal vez recuerde que le dijeron alguna vez que se podía "cavar un hoyo hasta la China" o que la gente de naciones lejanas vivía "debajo de sus pies, en el otro lado del mundo".

Estos enunciados pueden parecer increíbles, pero son consistentes con lo que aprendemos en la escuela sobre la forma de la Tierra. Estas memorias de la niñez temprana proveen nuestros primeros conceptos sobre lo que implica la forma redonda de la Tierra. Como tal, son experiencias de aprendizaje verdaderamente significativas.

En esta actividad, un cuestionario conduce a sus estudiantes a discusiones sobre las implicaciones del modelo de la Tierra en forma de bola. Esto a su vez da la base para un mejor entendimiento de la gravedad.

Cuando dirija las discusiones con sus estudiantes, mantenga en mente que las ideas y conceptos sobre la forma de la Tierra y su gravedad se desarrollan gradualmente. El obtener la "respuesta correcta" no es tan importante como lo son las habilidades de pensamiento crítico que el estudiante desarrolla, a medida que se esfuerza para aplicar sus modelos mentales de la Tierra a situaciones reales e imaginarias.

TIEMPO:

Parte I: ¿Cuáles son tus ideas?	30 minutos
Parte II: Discusión	40 minutos

¿QUÉ NECESITA?

Para el grupo:

- 8 fotocopias del cuestionario "¿Cuáles son tus ideas sobre la Tierra?"
- 8 globos terráqueos u otros globos grandes
- 8 tazas o rollos de cinta adhesiva (para sostener los globos)

Para cada estudiante:

- 1 copia del cuestionario "¿Cuáles son tus ideas sobre la Tierra?"

Preparación previa

1. Fotocopie el cuestionario. Haga una copia para cada estudiante, más ocho copias adicionales.
2. Pida prestados ocho globos terráqueos u obtenga bolas de playa, bolas de baloncesto o cualquier otro globo grande para representar a la Tierra. Remueva los globos de sus soportes y colóquelos en tazas o rollos de cinta adhesiva, para que no rueden en la mesa.

144

© 1992 por The Regents of the University of California

PARTE I: ¿CUÁLES SON TUS IDEAS?

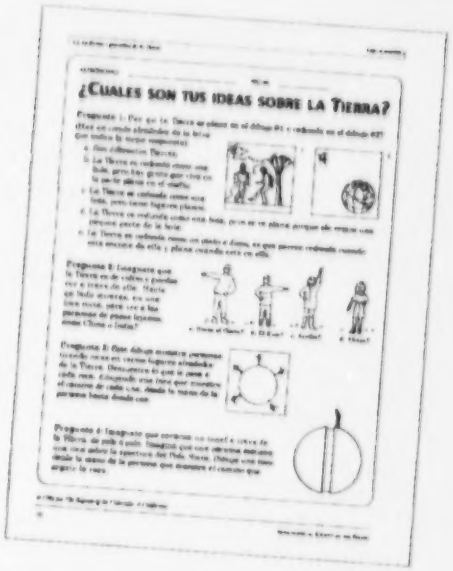
1. Distribuya las copias del cuestionario. Pídale a sus estudiantes que escriban sus nombres y contesten las preguntas. Concédales de 10 a 15 minutos para completarlo. Recoja los cuestionarios.
2. Organice el grupo en 8 subgrupos de discusión, de tres a cinco estudiantes por grupo. Explique que cada equipo debe discutir las preguntas y llegar a un acuerdo, si es posible, en cuanto a las mejores respuestas.
3. Déle a cada grupo un globo terráqueo y un cuestionario en blanco para que escriban sus respuestas finales.
4. Muévase a través de los grupos de estudiantes, anímelos a discutir cualquier desacuerdo y a que usen los globos para demostrar sus ideas. Los grupos que lleguen a un acuerdo pronto, deberán hacer una lista de argumentos para apoyar sus respuestas.

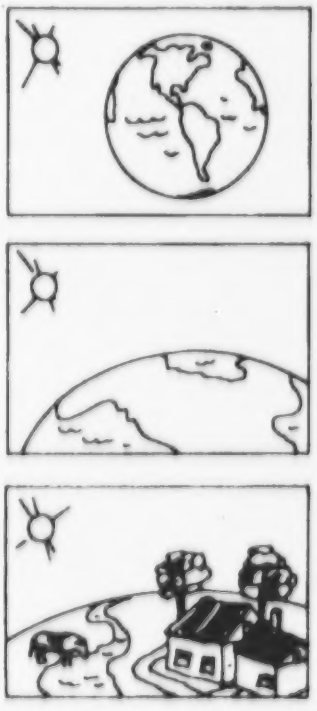
PARTE II: DISCUSIÓN

1. Discuta el cuestionario con la clase. Asuma el papel de moderador. Pídale a cada grupo que apoye sus ideas con argumentos o que demuestre sus respuestas usando el globo.
2. Después de discutir cada pregunta, discuta las demás alternativas para responder la misma. No dé la respuesta correcta en este momento. Aliente a los estudiantes a pensar por ellos mismos.
3. A continuación encontrará una descripción del tipo de respuestas que puede esperar de sus estudiantes y algunas sugerencias para facilitar la discusión:

   Pregunta 1.
   La respuesta correcta es: "d. La Tierra es redonda como una bola, pero se ve plana porque sólo vemos una pequeña parte de ella."

   Habrá variaciones en las respuestas de sus estudiantes, ya que se requiere un entendimiento correcto de la relación entre la "Tierra plana" que experimentamos a diario y la "forma de bola de



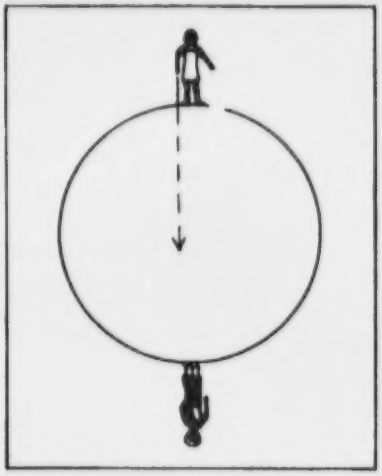


PREGUNTA 1

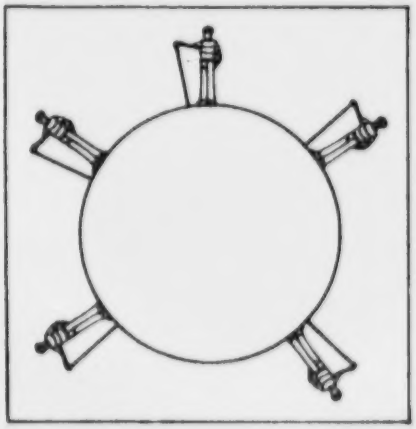
© 1992 por The Regents of the University of California

BEST COPY AVAILABLE

la Tierra" que aprendemos en la escuela. Por ejemplo: un estudiante pensó que la Tierra donde vivimos es realmente plana y que la Tierra en forma de bola es "un planeta en el cielo, donde sólo los astronautas van."



PREGUNTA 2



PREGUNTA 3

Pregunta 2.
La respuesta correcta es la letra: "d. Hacia abajo".

Cuando las personas encuentran esta pregunta por primera vez, la mayoría tratarán de imaginarse en qué dirección volarían para llegar a las antípodas y responderán "hacia el este" o "hacia el oeste". Pídale a sus estudiantes que imaginen que la Tierra está hecha de vidrio y que pueden ver a través de ella. Puede usar el globo y una regla para demostrar lo que pasa, si se mira hacia el este o el oeste: la regla (que representa la forma en que uno mira) apunta hacia el espacio.

Pregunta 3.
La respuesta correcta muestra que cada roca cae hacia abajo y aterriza a los pies de la persona. Es común que los estudiantes muestren las rocas saliéndose de la Tierra, en dirección "abajo" en el espacio. También es posible que unan las dos perspectivas y muestren las rocas cayendo en un ángulo.

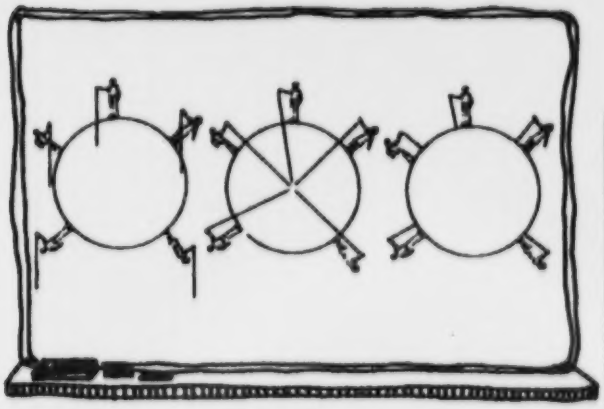
Para ayudar a los estudiantes a discutir sus respuestas a esta pregunta, dibuje tres o cuatro círculos grandes en la pizarra. Cada uno tendrá una figura de persona sosteniendo rocas, como demuestra en el cuestionario. Invite a los estudiantes a pasar a la pizarra a dibujar sus respuestas. Los dibujos de tres o cuatro alternativas le ayudarán a enfocar la discusión sobre cuál es la mejor respuesta.

En posible que en algún momento de la discusión tenga que explicar por qué "abajo" siempre es hacia el centro de la Tierra. Pídale a sus estudiantes que piensen en la gente que vive alrededor de la Tierra. La única forma para explicar por qué estas personas no se caen es imaginarse que "abajo" es el centro de la Tierra. Para demostrar esta idea, voltee un globo para que el Polo Sur esté hacia arriba. Pídale a sus estudiantes que imaginen que están ahí. Las personas en el Polo Sur deben pensar que la gente en el hemisferio norte está al revés.

Pregunta 4.
Esta confunde a los adultos. La mejor forma de explicar lo que ocurre es explicar la historia del concepto de gravedad de esta manera:

Cuando los antiguos griegos pensaron en la idea de la Tierra en forma de bola, tuvieron que explicar por qué la gente que estaba en el otro lado del mundo no se caía. Aristóteles, quien vivió hace más de 2,300 años, pensaba que todo iba a su "lugar natural de reposo" en el centro del Universo, el cual estaba en el centro de la Tierra. Si Aristóteles hubiera llenado el cuestionario, habría dibujado una línea hacia el centro y se habría detenido ahí.

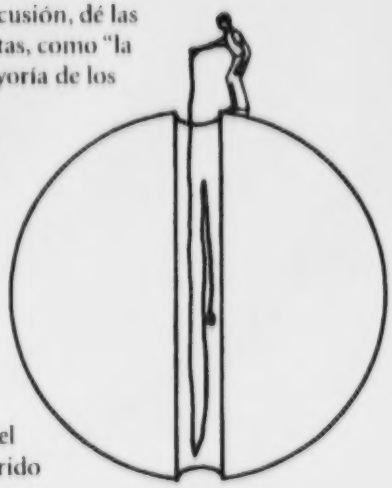
© 1992 por The Regents of the University of California



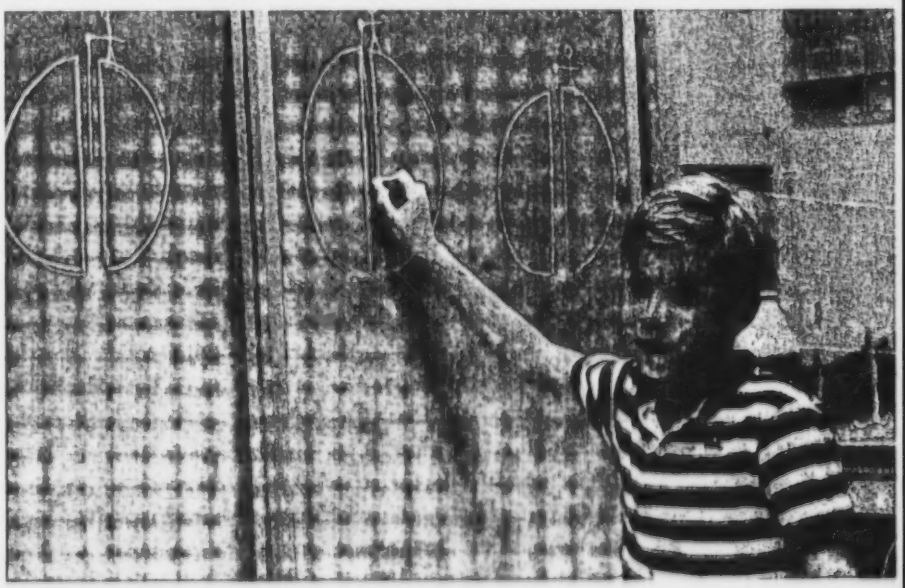
La idea fue revisada hace 300 años por Isaac Newton, quien creía que la roca cae por una fuerza de atracción entre cada partícula de la Tierra y cada partícula de la roca. El llamó a la fuerza, gravedad. Desde el punto de vista de la roca, "abajo" siempre es hacia el objeto con mayor masa, en este caso la Tierra. Antes que llegue al centro de la Tierra, la roca irá más y más rápido porque sigue cayendo hacia "abajo". Solamente empieza a disminuir velocidad después que pasa el centro porque el objeto de masa mayor — la Tierra — está detrás. Si Isaac Newton hubiese llenado el cuestionario, dibujaría la roca cayendo de un lado para otro entre los dos polos de la Tierra, hasta que la resistencia del aire la detuviera. Eventualmente se quedaría en el centro de la Tierra, suspendida en medio del tunel.

De nuevo, es útil dibujar varios círculos en la pizarra mostrando la figura y el tunel en cada uno de ellos. Pídale a los estudiantes que pasen a la pizarra y dibujen sus respuestas, hasta que varias ideas estén representadas. Dirija la discusión debatiendo los méritos de cada idea.

4. Después de la discusión, dé las respuestas correctas, como "la opinión de la mayoría de los científicos".
5. Para evaluar esta actividad, pídale a los estudiantes que llenen el cuestionario de nuevo, dos o tres semanas después.



Investigue cómo el conocimiento adquirido de la forma de la Tierra indica un proceso de aprendizaje gradual. El cuestionario puede ser usado para construir un "perfil" de la clase y determinar los niveles de comprensión, antes de realizar otras actividades más avanzadas.

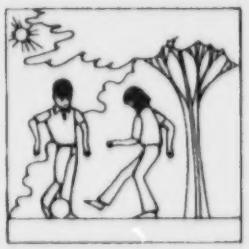


© 1992 por The Regents of the University of California

ASTRÓNOMO: _____ FECHA: _____

¿CUALES SON TUS IDEAS SOBRE LA TIERRA?

Pregunta 1: ¿Por qué la Tierra es plana en el dibujo #1 y redonda en el dibujo #2? (Haz un círculo alrededor de la letra que indica la mejor respuesta).


1

2

a. Son diferentes Tierras.

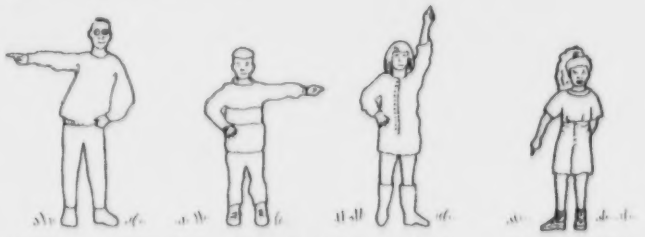
b. La Tierra es redonda como una bola, pero hay gente que vive en la parte plana en el medio.

c. La Tierra es redonda como una bola, pero tiene lugares planos.

d. La Tierra es redonda como una bola, pero se ve plana porque sólo vemos una pequeña parte de la bola.

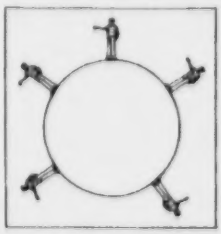
e. La Tierra es redonda como un plato o disco, así que parece redonda cuando estás encima de ella y plana cuando estás en ella.

Pregunta 2: Imagínate que la Tierra es de vidrio y puedes ver a través de ella. ¿Hacia qué lado mirarías, en una línea recta, para ver a las personas de países lejanos, como China o India?

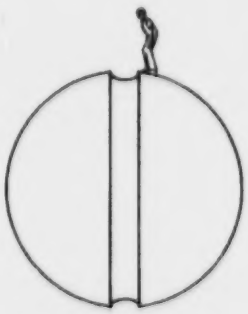


a. ¿Hacia el Oeste? b. ¿El Este? c. ¿Arriba? d. ¿Abajo?

Pregunta 3: Este dibujo muestra personas tirando rocas en varios lugares alrededor de la Tierra. Demuestra lo que le pasa a cada roca, dibujando una línea que muestre el camino de cada una, desde la mano de la persona hasta donde cae.



Pregunta 4: Imagínate que cavaron un tunel a través de la Tierra, de polo a polo. Imagina que una persona sostiene una roca sobre la apertura del Polo Norte. Dibuja una línea desde la mano de la persona que muestra el camino que seguirá la roca.



© 1992 por The Regents of the University of California

¿CUÁL ES LA FORMA DE LA TIERRA?

ACTIVIDAD 3.2

EDADES: 12-14

Fuente: Reproducido con el permiso de *PASS (Planetarium Activities for Student Success), Vol. 10 "Who 'Discovered' America?"* Producido por el Astronomy Education Program del Lawrence Hall of Science, University of California, Berkeley. Derechos reservados © 1992 por The Regents of the University of California. Disponible a través del catálogo *Eureka!*, Lawrence Hall of Science, University of California, Berkeley, CA 94720-5200, U.S.A.; Tel.: (510) 642-1016.

¿De qué trata esta actividad?

Nuestros estudiantes han crecido en un mundo donde las imágenes de la Tierra tomadas por los satélites y las naves espaciales claramente muestran un planeta que tiene forma esférica. Estas fotos son tan comunes que es posible que los estudiantes no consideren que su horizonte local "plano" podría indicar que la Tierra es plana. Esta actividad muestra cómo la gente de la antigüedad se hubiera podido dar cuenta de que nuestra Tierra es "redonda," usando observaciones y razonamiento deductivo.

¿Qué harán los estudiantes?

Los estudiantes compararán los largos de las sombras de clavos en un mapa plano con los largos de las sombras de clavos colocados en un globo esférico. De sus observaciones, ellos inferirán que los diferentes largos en diferentes lugares claramente indican que nuestro planeta no es plano.

Consejos y sugerencias

- Es posible que los estudiantes den por sentado que la Tierra es redonda; rételos a imaginar que viven 2,000 años atrás, antes de las imágenes de satélite.
- Otras formas de demostrar que la Tierra es redonda incluyen: ver que la Tierra siempre produce una sombra redonda en la Luna durante un eclipse, mirar cómo los mástiles de los barcos desaparecen bajo el horizonte, y notar cómo la altitud de un grupo conocido de estrellas (como la Gran Cacerola en el hemisferio norte, parte de la Osa Mayor, o la Cruz del Sur en el hemisferio sur) cambia cuando uno viaja hacia el norte o el sur.
- Una maravillosa extensión a esta actividad, especialmente para estudiantes mayores, es dividir la clase en grupos, y preguntar: "¿Cómo probarías hoy, si el dinero no fuera problema, que la Tierra es redonda?" Cada grupo deberá inventar tres pruebas diferentes y compartir sus sugerencias.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Naturaleza esférica de la Tierra	Observar	Modelos
Sombras creadas por diferentes formas	Comparar	Interacciones
	Visualizar	
	Imaginar	
	Razonar	

¿CUÁL ES LA FORMA DE LA TIERRA?

Durante casi 2000 años antes de Cristóbal Colón, la gente ya sabía que la Tierra tenía forma de bola. No sabemos quién propuso esta idea primero, pero Pitágoras de Samos la sugirió en el año 500 a.c. La idea fue apoyada por Aristóteles, quien en el año 350 a.c. aproximadamente, mencionó la desaparición de los barcos sobre el horizonte, la sombra redonda de la Tierra en la Luna durante un eclipse, y los cambios en las posiciones de las estrellas a medida que una persona viaja hacia el sur o hacia el norte, como evidencia de que la Tierra es redonda. A diferencia de los científicos modernos, Aristóteles creía que la Tierra debía ser una esfera, porque la esfera es una forma "perfecta".

En esta actividad sus estudiantes explorarán una línea de evidencia muy importante, conocida en la Grecia antigua, que apoyaba la idea de que la Tierra tiene la forma de una bola. Ellos verán que las sombras producidas por palos verticales, colocados en diferentes lugares alrededor de la Tierra, tienen diferentes longitudes en el mismo momento.

ANTES DE LA LECCIÓN

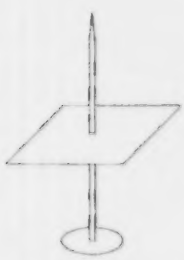
MATERIALES

- 1 globo terráqueo grande sin soporte (por lo menos 25 cm de diámetro)
- 1 mápa plano del mundo
- 12 clavos de 2 a 5 cm de largo, con cabezas planas
- 12 pedazos de cartulina, de 3 x 3 cm. Se pueden recortar de tarjetas de notas.
- 1 par de tijeras
- un rollo de cinta adhesiva de enmascarar
- un regla
- un día soleado

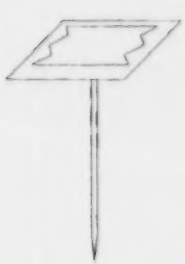
PREPARACIÓN

1. Haga 12 "palos de sombra", presionando los clavos a través de los centros de las piezas de cartulina de 3 x 3 cm. Pegue las cabezas de los clavos a la parte de atrás de las eartulinas. Para mayor seguridad, quítele el filo a las puntas de los clavos con una lima.

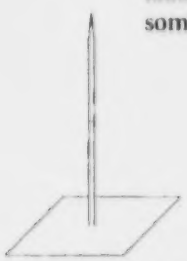
2. Haga varios lazos con cinta adhesiva, con el lado pegajoso hacia afuera, para que los palos de sombra se puedan pegar al globo y al mapa plano.



INTRODUZCA EL CLAVO A TRAVÉS DEL CENTRO DEL PAPEL



PEGUE LA CABEZA DEL CLAVO A LA PARTE DE ATRÁS DEL PAPEL

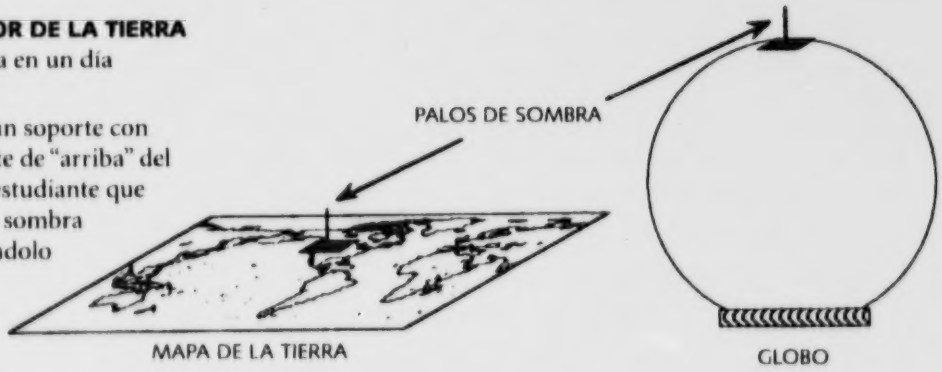


PALO DE SOMBRA TERMINADO

© 1992 por The Regents of the University of California

PARTE A.
SOMBRAS ALREDEDOR DE LA TIERRA

1. Lleve su clase afuera en un día soleado.
2. Ponga el globo en un soporte con su ciudad en la parte de "arriba" del globo. Pídale a un estudiante que coloque un palo de sombra en su ciudad, pegándolo con el lazo de cinta adhesiva.
3. Coloque el mapa plano en el suelo, cerca del globo. Pídale a otro estudiante que coloque el palo de sombra es su ciudad en el mapa plano y lo pegue con la cinta adhesiva.
4. Pídale a un tercer estudiante que use la regla para medir y comparar las longitudes de las dos sombras.
5. Forme un equipo de estudiantes para colocar cinco o seis palos de sombra en el globo en varios lugares soleados alrededor del mundo. Pídales que midan y comparen las sombras. ¿Son iguales o diferentes? ¿Por qué? (Las sombras tienen diferentes longitudes porque el globo es redondo).
6. Forme otro equipo de estudiantes para colocar cinco o seis palos de sombra en el mapa plano de la Tierra en los mismos lugares que en el globo. Pídales que midan y comparen las sombras. ¿Son iguales o diferentes? ¿Por qué? (Las sombras tienen aproximadamente las mismas longitudes porque este mapa es plano).
7. Pregúntele a los estudiantes si sus observaciones de las sombras en el globo y en el mapa plano sugieren una manera para determinar si la Tierra es plana o redonda. (Podemos tener personas en ciudades alrededor del mundo, comunicadas por teléfono, midiendo las longitudes de las sombras de palos verticales del mismo tamaño. Si las sombras tienen la misma longitud, la Tierra es plana. Si las sombras tienen diferente longitud, la Tierra es redonda).



PARTE B.
CÓMO ENCONTRAR EL LUGAR SIN SOMBRA

1. Permita a los estudiantes experimentar con los palos de sombra en el lado soleado del globo hasta encontrar un sitio donde el clavo no produzca sombra. Cuando lo encuentren, pegue el palo de sombra al globo. Marcará el lugar donde el Sol está directamente arriba en esos momentos.
2. Halle el mismo lugar en el mapa plano y compare la sombra en el mapa plano con la falta de sombra en el globo.
3. Trate de hallar un lugar sin sombra en el mapa plano de la Tierra. Las sombras en el mapa plano de la Tierra serán todas iguales. No será posible hallar el lugar "sin sombra" en el mapa plano de la Tierra.
4. Explique a sus estudiantes que las variaciones en las longitudes de las sombras en el globo demuestran lo que se observa en la Tierra real. Son evidencia de que la Tierra es redonda. En la actualidad definimos los trópicos como la porción del mundo donde hay por lo menos un día"sin sombra" cada año, cuando el Sol pasa directamente por arriba al mediodía local.

© 1992 por The Regents of the University of California

ESTRELLA MATUTINA Y ESTRELLA VESPERTINA

ACTIVIDAD 3.3

EDADES: 10-12+

Fuente: Reimpreso con el permiso de *PASS (Planetarium Activities for Student Success), Vol II Astronomy of the Americas.* Producido por el Astronomy Education Program del Lawrence Hall of Science, University of California, Berkeley. Derechos reservados © 1992 por The Regents of the University of California. Disponible a través del catálogo Eureka!, Lawrence Hall of Science, University of California, Berkeley, CA 94720-5200, U.S.A.; Tel: (510) 642-1016.

¿De qué trata esta actividad?

Cuando los estudiantes aprendan sobre el movimiento aparente de los planetas en el cielo, podrán simular los movimientos aparentes de Venus y entenderán por qué este planeta se ve a veces al atardecer o en la madrugada y a veces no se ve.

¿Qué harán los estudiantes?

Los estudiantes se pararán en un círculo alrededor de una luz brillante — el Sol — en un cuarto oscuro, y girarán para simular el paso del tiempo, creando el amanecer y el atardecer. Usando una bola para representar a Venus, los estudiantes entenderán la relación entre la hora del día cuando Venus es visible y su posición alrededor del Sol.

Consejos y sugerencias

- Este ejercicio se puede extender con una bola que represente un planeta externo. Así, los estudiantes podrán ver por qué Marte, Júpiter y Saturno son visibles durante la noche.
- Para estudiantes mayores, señale las "fases" de Venus y cómo la iluminación que se observa en la bola varía de creciente a casi llena. Esta observación se puede relacionar con la observación telescópica de Galileo de las diferentes fases y tamaños de Venus, que demostró que el planeta orbita al Sol y no a la Tierra.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Movimiento planetario	Observar	Gravedad
Rotación (girar sobre un eje interior para crear un movimiento diario)	Visualizar	
Revolución (rotar alrededor de un eje externo para crear un movimiento anual)	Razonar	

ESTRELLA MATUTINA Y ESTRELLA VESPERTINA

Esta actividad ayudará a sus estudiantes a entender por qué Venus a veces se ve como "estrella matutina" y a veces como "estrella vespertina".

MATERIALES

- Una luz blanca sin pantalla ni reflector. Esta representará el Sol.
- Una bola blanca pequeña para representar a Venus. Monte la bola sobre un palito o lápiz.
- Una manera de sostener el palito de Venus. Puede estar enterrado en una masa de plastilina o pegado al borde de la mesa.

PREPARACIÓN

Coloque la luz blanca en una mesa. Asegúrese de que haya espacio para mover a "Venus", la bola pequeña, en una órbita de por los menos un metro de diámetro alrededor del "Sol".

EN CLASE

Encienda la luz blanca y apague las luces del salón.

Vamos a imaginarnos que esta luz blanca brillante es el Sol, la pequeña bola blanca es Venus y nuestra cabeza es la Tierra.

Ya que tu cabeza es la Tierra, puedes imaginarte personas viviendo en el "Monte Nariz". ¿Qué hora es en el Monte Nariz cuando miras directamente hacia el Sol? (Mediodía). ¿Qué hora es cuando miras en dirección opuesta al Sol? (Medianoche).

Pon tus manos en tu cabeza para formar anteojeras. (Demuestre, como se enseña en el dibujo).

Tus manos forman un horizonte oriental y un horizonte occidental. Ahora da la vuelta para mirar en dirección opuesta al Sol, y gira lentamente hacia tu izquierda. Esta es la manera en que gira la Tierra. Durante el día ves el "Sol". Es de noche cuando el "Sol" se pone detrás de tu mano del horizonte (occidental) y estás mirando en dirección opuesta a la luz. Cuando el "Sol" sale por tu otra mano del horizonte (oriental) es de mañana. ¿Detrás de cuál mano "se pone" tu Sol, la mano izquierda o la mano derecha? (Derecha).

Para grupos de niños más pequeños, asegúrese de recordarles cuál es la mano derecha, pidiéndoles a todos que levanten sus manos derechas. Ayude cualquier estudiante que tenga problemas con ésto.

¿En qué horizonte se pone el Sol, el occidental o el oriental? (Occidental). ¿Cuál de tus manos de

© *1992 por The Regents of the University of California*

horizonte representa tu horizonte occidental, tu mano izquierda o tu mano derecha? (Mano derecha). Gira lentamente unas cuantas veces más para que puedas ver el Sol salir y ponerse unas cuantas veces más, y para en tu posición de "mediodía" mirando hacia el Sol. Puedes bajar tus manos.

Sostenga la bola blanca de Venus 1/2 metro a la derecha del Sol (como lo ven sus estudiantes).

Ahora añadirás Venus a tu modelo. Esta bola blanca es Venus. A medida que gires, verás a Venus y al Sol. Cuando el Sol de verdad está sobre el horizonte, es tan brillante que es difícil ver a Venus. En nuestro modelo, imagina que puedes ver a Venus sólo cuando el Sol está debajo del horizonte (detrás de tu mano o detrás de tu cabeza). Venus será visible para ti antes del amanecer, justo después del atardecer, o no será visible. Ahora, ponte tus horizontes otra vez y gira lentamente. Intenta decidir si puedes ver a Venus justo antes del amanecer, o justo después de tu atardecer.

Deje que los estudiantes giren varias veces.

Levanta la mano si viste a Venus justo antes del amanecer. (La mayoría de los estudiantes levantarán sus manos). Si viste a Venus justo antes del amanecer, ¿le llamarías "estrella matutina" o "estrella vespertina"? (Estrella matutina). Gira alrededor unas veces más para asegurarte que puedes ver la "estrella matutina" justo antes del "amanecer".

Ahora deja de girar y descansa tus "horizontes". Venus orbita alrededor del Sol y, por lo tanto, puede parecer estar en cualquier lado del Sol.

Haga que Venus orbite el Sol y finalmente ponga a Venus en el otro lado del Sol, en el lado izquierdo desde la perspectiva de sus estudiantes.

Si te pones tus manos de "horizonte" y dejas que la "Tierra" gire de nuevo, crees que podrás ver a Venus antes del amanecer o después del atardecer? (Después del atardecer). Inténtalo. Levanta tu mano, si viste a Venus justo después del atardecer. (La mayoría de los estudiantes levantarán sus manos). ¿Era Venus una estrella matutina o una estrella vespertina para ti? (Estrella vespertina). Gira unas cuantas veces más para asegurarte que puedes ver la "Estrella vespertina" justo después del "atardecer".

Ayude a cualquier estudiante que lo necesite.

¿Crees que hay algún momento en que no puedes ver a Venus? (Sí). ¿Cuándo no podrías ver a Venus? (Cuando Venus está detrás o frente al Sol).

Camine alrededor del Sol con Venus para mostrar su órbita. Mientras usted está orbitando...

Levanta tu mano cuando no veas a Venus porque está detrás del Sol.

Gire por lo menos dos órbitas.

Ahora, levanta tu mano cuando Venus no será visible para ti porque está frente al Sol y el brillo del Sol lo oculta. (¡Recuerden que el verdadero Sol es mucho más brillante que esta luz!)

Gire otras dos o más órbitas.

De esta manera, usted acaba de demostrar la explicación moderna del porqué Venus es a veces la "estrella vespertina", a veces la "estrella matutina", y a veces no es visible.

© 1992 por The Regents of the University of California

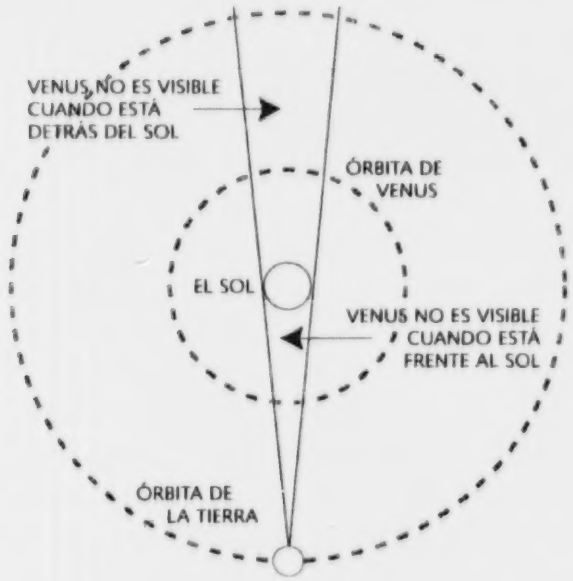
OPCIONAL:

El ciclo de Venus es como sigue:

1. Venus aparece como la estrella de la mañana durante aproximadamente 263 días.
2. Venus está detrás del Sol durante aproximadamente 50 días.
3. Venus aparece como la estrella vespertina durante aproximadamente 263 días.
4. Venus está frente al Sol durante aproximadamente 8 días.
5. El ciclo entero de Venus dura 584 días.

¿Por qué crees que Venus pasa más tiempo detrás del Sol que frente a él?

Un diagrama ayuda a contestar esta pregunta:



© 1992 por The Regents of the University of California

Caja de topografía de Venus

Actividad 3.4

Edades: 9-17

Fuente: Basado en ideas desarrolladas por Larry Lebofsky del Lunar and Planetary Lab de University of Arizona, y Elizabeth Roettger del Adler Planetarium. Esta versión fue adaptada por Scott Hildreth y el personal de Project ASTRO en la Astronomical Society of the Pacific.

¿De qué trata esta actividad?

Si Venus está cubierto perpetuamente con nubes, ¿cómo sabemos de la apariencia de su superficie? Si quisiéramos explorar Titán, una de las lunas de Saturno, cubierta por una atmósfera fría de metano ¿qué técnicas podríamos usar? ¿Cómo podríamos decidir dónde aterrizar una sonda espacial? Esta actividad ilustra el proceso de recolectar información acerca de una superficie que no podemos ver directamente. Surgió de los esfuerzos de explorar los suelos de los océanos en la Tierra. Es una representación precisa de un proceso corriente que usan los científicos para explorar la Tierra y otros mundos.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Los estudiantes usarán un modelo llamado "caja de topografía" para entender cómo los científicos hacen mapas de superficies que no pueden ver. La caja se puede hacer con anticipación o los estudiantes pueden hacer la suya propia en grupo e investigar los terrenos simulados por otros grupos. Luego de crear una muestra de una superficie, los estudiantes cubrirán la caja con una tapa, y medirán la profundidad de la superficie debajo de la tapa con la "sonda" calibrada.

Consejos y sugerencias

- Puede usar una amplia variedad de materiales para crear el modelo. Se puede usar yeso o papel maché y algunos maestros han usado papel, rocas y papel aluminio firme. Es posible usar barro, pero dado a que es menos sólido, necesitará decirle a los estudiantes que realicen las medidas con cuidado. Practique haciendo sus propias cajas, antes de pedirle a los estudiantes que sigan las instrucciones.
- Aunque toma tiempo hacer las cajas, estas se pueden usar en clases futuras. Mientras los estudiantes buscan un área "plana" donde aterrizar una nave espacial, pídales que determinen cuántas muestras se necesitan para hallar el mejor lugar. Tomar muestras de pocos lugares es rápido, pero las características más pequeñas de la superficie pueden pasar desapercibidas. Tomar muestras de muchos lugares toma más tiempo, pero provee un mapa más exacto de la superficie.
- Puede hacer esta actividad en conjunto con una discusión sobre la exploración de los planetas y su geología, y las comunicaciones entre naves espaciales.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Medición a distancia	Observar sistemáticamente	Modelos y simulaciones
Funciones de naves espaciales	Usar instrumentos	Escala
Exploración planetaria	Explorar	Estructura
	Registrar	
	Inferir	
	Imaginar	
	Comunicar	

Caja de topografía de Venus

Basado en las ideas desarrolladas por Larry Lebofsky del Lunar and Planetary Lab *de la* University of Arizona *y Elizabeth Roettger del* Adler Planetarium. *Esta versión fue adaptada por Scott Hildreth y el personal de* Proyecto ASTRO *en la* Astronomical Society of the Pacific.

METAS:

En esta actividad, los estudiantes:

1) Aprenderán cómo los científicos hacen modelos de la superficie de un "mundo desconocido."
2) Aprenderán a hacer y a usar un mapa de contorno.
3) Aprenderán a usar el concepto de telemetría, o medición a distancia.
4) Desarrollarán habilidades de investigación y observación sistemáticas.

PREGUNTA CLAVE

¿Puedes pensar en una manera de "ver" a través de las nubes que siempre esconden la superficie de Venus? (Sugerencia: ¿Cómo saben los pilotos de avión dónde está la pista de aterrizaje en un día nublado?)

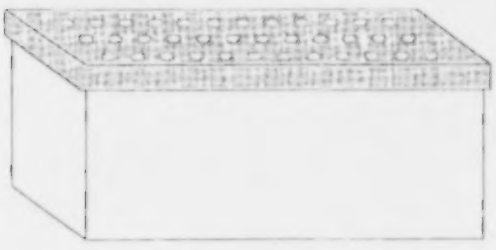
MATERIALES

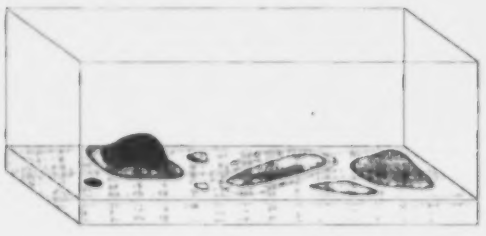
Para crear la superficie: una caja de cartón (como una caja de zapatos) con tapa, yeso, estuco, unicel (icopor), papel maché o rocas y goma. Se puede usar plastilina o barro para crear montañas o valles, pero estos materiales más suaves deben ser cubiertos por un material sólido (como múltiples hojas de papel de periódico o papel de construcción). Un punzón, contrapunzón u objeto afilado para hacer agujeros.

La actividad

DESCRIPCIÓN

Los estudiantes usarán un modelo llamado "caja de topografía" para aprender cómo los científicos hacen mapas de superficies que no pueden ver. Los estudiantes harán un mapa de una superficie planetaria ficticia insertando una simple sonda - un lápiz o palito – en varios puntos a través la tapa de la caja hasta tocar la superficie de abajo. Anotarán la profundidad a la cual descienden las sondas y usarán estos datos para hacer un mapa de contorno de la superficie que muestre características físicas como montañas, llanos y valles.





INTRODUCCIÓN

Venus es un planeta muy difícil de estudiar: su atmósfera es muy densa y las nubes siempre cubren toda la superficie del planeta. Con sus nubes de ácido sulfúrico y una temperatura promedio de casi 400 grados centígrados en la superficie (más caliente que el ciclo de limpieza de un horno), es poco probable que alguna vez mandemos un equipo de exploradores humanos a estudiarlo. La mayoría de la información que hemos adquirido sobre la superficie de Venus se ha obtenido de señales de radar — las cuales pueden penetrar las nubes y son reflejadas por la superficie. Midiendo el tiempo que transcurre entre la emisión de las señales y su reflexión, los científicos pueden detectar colinas, valles, regiones montañosas, llanuras y hasta volcanes. Con estos datos, los científicos construyen mapas topográficos de las características de la superficie. Llamamos a este método de medir "radar de altimetría".

Varias naves espaciales de la Tierra han visitado a Venus. La más reciente fue Magellan, la cual orbitó Venus de 1990 a 1994. Magellan hizo mapas de más del 98% de la superficie de Venus. Además de la distancia, Magellan también midió la cantidad de la señal de radar que regresó de cada punto en Venus, lo cual nos dice cuán áspera o lisa es la superficie.

Las imágenes de Venus tomadas por el radar de Magellan revelaron una superficie con llanuras, impactos de cráteres y volcanes, pero también con características misteriosas que nunca se habían visto en otro planeta en nuestro Sistema Solar. Algunas áreas en el planeta están cubiertas de unos extraños montículos volcánicos, suaves y redondeados, de cientos de metros de altura, conocidos como "domos de panqueque" debido a su apariencia. Otras áreas están cubiertas con una amplia red de fracturas paralelas. Complemente esta actividad con una exposición de las fotos tomadas por Magellan y motive a los estudiantes a examinar las características únicas de este planeta.

HACIENDO EL MODELO

Use plastilina, barro, estuco o unicel para crear una superficie irregular (con montañas, valles, llanos, etc.) dentro de una caja firme que tenga tapa, como una caja de zapatos. Haga una caja de topografía para cada grupo de 3 o 4 estudiantes; puede hacer las cajas idénticas, para que los estudiantes puedan colaborar, o hacer cada una diferente, lo cual es más interesante. Para estudiantes mayores, pídales que hagan las cajas para otros grupos. (Si los estudiantes hacen sus propias cajas individualmente, pídales que mantengan sus diseños en secreto y rotulen la caja con sus nombres). Considere dibujar o pintar en la superficie; después de todo, el radar y otras formas de telemetría no lo miden todo. Recuerde que mientras más suave sea el material dentro de la caja, más fácilmente lo destruirá el golpe con el palito.

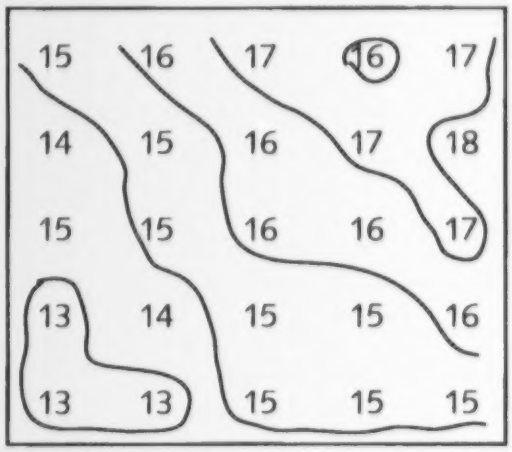
Para un modelo más permanente que pueda usar en múltiples ocasiones, cree una superficie arrugando papel de periódico y cubriéndolo con papel de alumi nio. Vierta yeso o aplique papel maché sobre el aluminio y extienda el yeso por todos los lados de la caja para fijar la superficie. Es mejor tener de 1 a 3 "montañas"
o una sola característica compleja en una caja; trate de que los puntos más altos y más bajos tengan aproximadamente 10 cm de diferencia en altura.

La caja y su interior representan a Venus - la tapa de la caja representa las nubes venusinas, a través de las cuales no podemos ver. Pegue con cinta adhesiva o goma un pedazo de papel de gráfica del tamaño apropiado en la tapa de la caja. Las rejillas del papel de gráfica servirán como puntos de medida para la sonda. Usando un lápiz con punta afilada, un punzón o un contrapunzón, haga pequeños agujeros en la rejilla cada 3 o 4 centímetros en la tapa de la caja. El enumerar los agujeros ayudará a los estudiantes a recordar que puntos han explorado. Trace el patrón de los agujeros en la tapa de la caja en una segunda hoja de papel de gráfica, y rotule cada punto con su número apropiado. Este papel servirá como hoja de datos para los estudiantes, en la cual anotarán las

MAPAS DE CONTORNO

Los mapas de contorno son una manera de mostrar las diferentes alturas (o elevaciones) de un área particular en una hoja de papel. Los mapas de contorno son grupos de curvas y líneas (contornos), con números (alturas) escritos a lo largo de los contornos o en varios lugares del mapa. Cada contorno representa la altura del suelo en un lugar particular; ya que el terrero alto yace sobre suelos más bajos (ignorando las cuevas), los contornos nunca se cruzan. Donde las curvas y líneas están más juntas, la altura cambia rápidamente, indicando pendientes o riscos empinados. Donde los contornos están separados, el terreno es relativamente liso.

Los mapas de contorno de la Tierra se usan para mostrar las montañas y los valles — para uso de ciclistas, geólogos, oceanógrafos, comandantes militares y muchos otros. A veces, estos contornos son dibujados sobre un tipo de mapa diferente para indicar vegetación, bosques y desiertos, población o clima.



OBSERVACIONES

1. Cubra la caja con su tapa y no permita que sus estudiantes vean el interior. Divida la clase en grupos y explique el modelo.
2. Dígale a los estudiantes que ellos representan un equipo de científicos especializados en hacer mapas con radares. La NASA quiere aterrizar una nave espacial en la superficie de Venus, en un área que no se puede ver pues está cubierta por nubes. Su trabajo es decidir el mejor lugar para que aterrice la nave espacial. Distribuya copias de las instrucciones.
3. Pídale a sus estudiantes que exploren la superficie insertando con cuidado un lápiz o palito (representando al radar) a través de cada agujero en la tapa de la caja. La sonda se extenderá dentro del agujero a diferentes profundidades, dependiendo del terreno que está debajo del agujero; deberá advertirle a los estudiantes de no apretar la sonda contra de la superficie (especialmente si esta fué echa de barro o plastilina). Pídales que se detengan una vez que la sonda llegue a un área firme. Sus estudiantes deben medir el largo de la sonda dentro de la caja en cada punto. Pueden redondear la longitud de la sonda al centímetro más cercano.

   Las longitudes de la sonda indicarán las alturas de las características de la superficie en aquellos puntos. Para estudiantes mayores, pregúnteles cómo está relacionada la longitud de la sonda debajo de la tapa con la superficie. Algunos harán la conexión de que mientras menos descienda la sonda debajo de la tapa de la caja, más alta debe ser la superficie de ese punto. Recíprocamente, mientras más profundo descienda la sonda, más bajo es el terreno en ese punto.

   Los estudiantes deben anotar las longitudes de la sonda al lado del punto correspondiente en su papel de gráfica.
4. Después que los estudiantes han explorado todos los agujeros, pregúnteles cómo pueden usar la información para hacer un mapa de las superficie.

(Un método sería hacer simplemente un código de color para todas las áreas de la misma altura. Esto es rápido y efectivo, pero no tan informativo como crear un mapa de contorno que una todos los puntos de la misma altura. Muestre a los estudiantes como agrupar sus medidas en un mapa topográfico). Dígales que los lápices a colores o crayones pueden ayudar a hacer los mapas de contorno más interesantes. Los estudiantes pueden sombrear las curvas con diferentes colores, empezando con las áreas más altas o las más bajas.

5. Pídale a los estudiantes que analicen sus mapas y determinen cuál sería el mejor lugar para aterrizar una nave espacial.
6. Discuta los sitios para aterrizar. ¿Qué criterios usaron los estudiantes? Pídale a los estudiantes que consideren si el área podría estar cubierta con piedras lo suficientemente grandes para poner en peligro una nave espacial, pero suficientemente pequeñas como para no ser notadas por la sonda. O tal vez, la superficie podría tener grietas estrechas que pasaron desapercibidas en la medición. Pregúntele a los estudiantes qué otras características pudieron haber pasado por alto las sondas.

   Estos principios están relacionados con el importante concepto de resolución, la habilidad de detectar detalle cuando se toman medidas. Sostenga una moneda enfrente de su salón de clases y pídale a los estudiantes que la identifiquen — la mayoría podrá identificar la denominación por el tamaño. Pero ahora pregunte si alguien puede leer lo que está escrito en ella. Los estudiantes se darán cuenta que es difícil o imposible resolver las letras individuales. En el experimento de la caja de topografía de Venus, la resolución está limitada por el número de agujeros en la tapa y el tamaño de la sonda. Menos agujeros explorados significan una resolución más pobre – los estudiantes tendrán un modelo de la

ACTIVIDADES RELACIONADAS

- *Usar una roca para explicar el concepto de contorno. Sumerja un poco una roca lisa dentro de una cubeta de agua, y delinee el lugar mojado en la roca con un marcador a prueba de agua. Sosteniéndola de la misma forma que antes, sumérjala un poco más y delinee la nueva parte mojada. Repita, sumergiéndola un poco más cada vez. Las líneas dibujadas formarán contornos.*
- *Aprender a leer un mapa topográfico. Estudiar un mapa topográfico de su área.*
- *Examinar las imágenes de radar de Venus tomadas por la nave espacial Magellan e investigar lo que los científicos han aprendido sobre este planeta. Comparar las características de Venus con las de la Tierra (los continentes y el fondo del océano), otros planetas y lunas. Fíjese en montañas, cerros, volcanes o cráteres. También, buscar características que sean únicas.*
- *Entender cómo la fórmula: velocidad x tiempo = distancia, se usa para hacer un mapa de radar. (La señal del radar viaja a la velocidad de la luz, 300,000 kilómetros por segundo. Midiendo el tiempo que le toma a la señal del radar en reflejarse de la superficie y regresar a la nave espacial en órbita, los computadores de la nave pueden determinar la altura de la superficie).*
- *Aprender cómo animales como los delfines o murciélagos usan una técnica similar para hallar la distancia y hacer un "mapa" de sus alrededores.*

superficie menos preciso. Más agujeros significarán un mejor mapa, pero se necesitará más tiempo para completar el modelo. Las actividades de seguimiento investigan el concepto de resolución en mayor detalle.

8. Pídale a cada grupo que encuentre el lugar en la caja que corresponda al lugar escogido para el aterrizaje y que remuevan la tapa de la caja. Compare los mapas de los estudiantes con la verdadera topografía. Pídale a los estudiantes que discutan las partes de la superficie que representaron de manera precisa, y aquellas que fueron representadas con menos precisión.
9. Si se construyeron diferentes cajas de topografía, ábralas y mezcle los mapas. Pídale a los estudiantes que determinen qué mapa correponde a cada caja.

PREGUNTAS DE SEGUIMIENTO

1. ¿Cómo podemos hacer un mapa más detallado de la superficie?

   Los estudiantes pueden contestar: usando más agujeros, más unidos, y también usando sondas más delgadas, las cuales detectarían las diferencias más pequeñas en el terreno. Cite un ejemplo para ilustrar este último punto — pídale a los estudiantes que consideren un dibujo hecho con un pedazo grueso de tiza comparado con uno hecho con un lápiz de punta afilada. ¿Qué dibujo tendrá más detalle? Compare un lápiz con un delgado palito de bambú. ¿Qué sonda proveerá mejor resolución?
2. ¿En qué lugares podríamos usar esta técnica de hacer mapas?

   Los estudiantes puede sugerir: en otros planetas, en el fondo del océano, en áreas remotas difíciles de alcanzar. Es interesante hacer notar que esta actividad se originó en los esfuerzos de los científicos para estudiar el fondo de los océanos.
3. ¿Para qué usan los mapas de contorno los pilotos, los buzos o los montañistas?

ASTRÓNOMO: _____ FECHA: _____

INSTRUCCIONES PARA EL EQUIPO QUE HARÁ EL MAPA Y LA EXPLORACIÓN

La NASA ha puesto una nave espacial en órbita alrededor de Venus. La nave está equipada con un instrumento de medición a distancia (un radar) y un módulo de descenso no tripulado (sin gente). Tu tiene la misión de hacer un mapa de la superficie y recomendar el mejor lugar para que la nave llegue a la superficie de Venus.. Los científicos y los ingenieros están en desacuerdo sobre el lugar de descenso, así que tienes que explicar tu decisión:

La sugerencia del científico: "Selecciona el lugar más interesante para aterrizar, como un volcán o una montaña grande".

La sugerencia del ingeniero: "¡No! Pasamos años construyendo esta nave, así que debes escoger un lugar plano y seguro".

Tendrás que mostrar tu mapa a un representante de la NASA, señalar los lugares altos y bajos, identificar las pendientes suaves y las empinadas (si hay alguna) y señalar el mejor lugar para descenso.

INSTRUCCIONES

Tu caja contiene terreno de Venus. La tapa representa las nubes que no nos permiten ver la superficie. Para estudiarla, tendrás que explorarla con un radar, el cual puede penetrar las nubes.

1. **Toma los datos a medida que la órbita de la nave pasa sobre la región de interés.**

   Baja la sonda en cada agujero, hasta que la punta toque la superficie.

2. **Calibra el instrumento en cada punto y escribe el resultado.**

   Sujeta el lápiz en "la nube" (la tapa de la caja) y sácalo de la caja. Mide el largo del lápiz desde el punto que tocó la superficie hasta la parte en la tapa de la caja. Escribe la medida junto al punto correspondiente en tu gráfica (redondéala al centímetro). Asegúrate que el radar está apuntando correctamente (el palito está vertical) y que el aparato de tomar medidas está funcionando apropiadamente (escribe los números en los lugares correctos).

3. **Produce un mapa de contorno.**

   Empieza con los números más pequeños (donde la sonda alcanzó la menor profundidad), y dibuja una curva cerrada que toque todos los puntos de la misma medida. Si sólo hay un punto con esa medida, dibuja un círculo pequeño alrededor de ese punto. Continúa con la siguiente medida más grande de la sonda, y dibuja otra curva cerrada incluyendo cada punto que tenga aproximadamente la misma medida.

Las líneas no deben cruzarse. Por ejemplo, dibuja una curva alrededor de todos los puntos que están aproximadamente a 13 cm de profundidad. Después dibuja otra curva alrededor de todos los puntos que están a 14, 15, 16, 17, 18 y finalmente de 19 cm de profundidad.

Continúa de esta manera hasta que hayas dibujado curvas alrededor de todos los puntos con la misma medida. Nota que en algunos casos (para puntos que difieren en más de una unidad) necesitarás dibujar más de una curva entre las dos medidas.

4. **Identifica las formaciones geológicas.**

   ¿Dónde están los lugares altos, las pendientes ligeras y las empinadas? ¿Hay montañas? ¿Valles? ¿Cráteres? ¿Colinas? ¿Mesetas? ¿Precipicios? ¿Dónde debemos descender la nave espacial?

5. **Reporta tus resultados al representante de la NASA.**

   Prepárate para señalar el lugar en la tapa de la caja donde quieres que descienda nuestra nave espacial. Cuando tu maestro lo indique, quita la tapa de la caja e identifica el lugar de descenso. ¡Desciende tu nave espacial!

6. **Evalúa los resultados.**

   ¿Escogiste un buen lugar? ¿Se parece tu mapa a la superficie real? ¿Qué información sobre la superficie se te escapó usando este método de hacer mapas?

7. **Analiza tus resultados.**

   ¿Cómo podrías mejorar tu medición de la superficie?

¿QUÉ SABES DE LOS PLANETAS?

ACTIVIDAD 3.5

EDADES: 9-11

Fuente: Reimpreso con el permiso de *Out of This World.* Derechos reservados © 1994 por la AIMS Education Foundation, 1595 South Chestnut Avenue, Fresno, CA 93702-4706, U.S.A.; Tel.: (209) 255-6396. $14.95 + 10% franqueo.

¿De qué trata esta actividad?

Otro método para ayudar a los estudiantes a clasificar y analizar observaciones de características planetarias, es crear diagramas de Venn. Esta actividad de Project AIMS es una aplicación de la matemática a la astronomía. Las preguntas planteadas a (y por) los estudiantes sobre sus diagramas los guiarán hacia la pregunta más difícil de por qué los planetas tienen estas características.

¿Qué harán los estudiantes?

Los estudiantes clasificarán las características de los planetas usando diagramas de Venn y producirán gráficas con los números de satélites y los tamaños de cada planeta.

Consejos y sugerencias

- Esta actividad de AIMS es apropiada para estudiantes más pequeños, pero los principios organizadores de los diagramas de Venn se pueden extender fácilmente a niveles más avanzados. Considere incorporar más objetos, tales como las principales lunas, o asteroides y cometas, o use la actividad para comparar características estelares.
- Tenga cuidado con la presentación de la información: los planetas no están dibujados a escala y el número de lunas puede cambiar a medida que continuamos explorando nuestro Sistema Solar.
- Como se indica más adelante, la actividad se puede complementar usando dibujos esquemáticos o fotos de los planetas (en lugar de únicamente los nombres).

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Características planetarias	Hacer gráficas	Escala y estructura
	Clasificar	Diversidad y unidad
	Comparar	

¿QUÉ SABES DE LOS PLANETAS?

TEMA
Planetas

INTRODUCCIÓN
Los estudiantes aprenderán sobre varias características de los planetas y sus relaciones entre sí usando tablas de características planetarias, diagramas de Venn y dibujos de los planetas.

MATEMÁTICA
Uso de atributos
Uso de operaciones de números enteros
Uso de diagramas de Venn y teoría de conjuntos
Uso de desigualdades: más grande, más pequeño
Uso de tablas

CIENCIA
Astronomía
planetas

PROCESOS DE MATEMÁTICA/CIENCIA
Clasificar
Comparar datos
Predecir e inferir
Aplicar y generalizar
Llegar a conclusiones

MATERIALES
- Hoja de actividades para estudiantes
- Tijeras
- Lápices
- Crayones o marcadores

PREGUNTA CLAVE
¿Cómo podemos clasificar los nueve planetas?

INFORMACIÓN DE FONDO
Mucho se ha descubierto sobre los planetas del Sistema Solar como resultado de la información obtenida por naves espaciales no tripuladas (los Voyager 1 y 2, las sondas Magellan y Galileo, y otras). La idea es motivar a los estudiantes a buscar en el periódico y en revistas, artículos que mencionen esta nueva información sobre nuestro Sistema Solar. Por ejemplo, en septiembre de 1991 fueron nombradas algunas de las lunas de Júpiter recién descubiertas, y el número de lunas de Saturno aumenta continuamente.

ORGANIZACIÓN
1. Para esta actividad divida la clase en pares o grupos. Alterne entre discusiones con los grupos pequeños y discusiones de toda la clase. La última parte de esta actividad se puede hacer en grupos pequeños, cada uno con su copia de los planetas o con toda la clase.
2. Si lo desea, puede pegar los nombres de los planetas al diagrama de Venn con goma o cinta pegante. La cinta es útil porque los títulos se

© 1994 AIMS Education Foundation

pueden mover, si son colocados incorrectamente.

PROCEDIMIENTO

1. Discuta con los estudiantes lo que saben sobre los planetas. (número total [nueve], apariencia, distancia de la Tierra, etc.) Pídales que mencionen sus fuentes de información, cuando sea posible.
2. Discuta la pregunta clave: ¿Cómo podemos clasificar los nueve planetas usando los diagramas de Venn? [tamaño, apariencia, los que tienen lunas, etc.]
3. Escoja los nombres de dos columnas cualesquiera de la tabla de características planetarias para los círculos de los diagramas de Venn. Escriba los nombres de los planetas en los lugares apropiados.
4. Usando la información en la tabla de características planetarias, llene las tablas en blanco. Coloree en los espacios apropiados los atributos que son verdaderos. Guíe a los estudiantes para que escojan tres atributos más para clasificar los planetas. Haga que los grupos comparen sus resultados y discutan sus diferencias.
5. Usando los diagramas de Venn de dos y tres círculos, escriba los nombres de los planetas en los lugares apropiados. Con toda la clase, y usando la información en los diagramas de Venn, discuta las similitudes y diferencias de los planetas.
6. Usando la tabla de características planetarias y fotos del Sol y los planetas, pídale a los estudiantes que coloquen los planetas en el orden apropiado desde el Sol. Enfatice que el orden, no la distancia, es lo importante para esta actividad.
7. Con toda la clase, haga una lista de lo que se ha aprendido.

DISCUSIÓN

Usando los diagramas de Venn:

1. ¿Qué planetas son más grandes que la Tierra?
2. ¿Qué planetas tienen lunas?
3. ¿Qué planetas tienen días de más de 24 horas?
4. ¿Qué planetas pertenecen a las tres categorías?
5. ¿Qué planetas no tienen lunas?
6. ¿Qué planetas son más pequeños que la Tierra?
7. ¿Qué porcentaje de los planetas tienen lunas?
8. ¿Qué porcentaje de los planetas son más pequeños que la Tierra?
9. ¿Qué planetas tienen tanto lunas como anillos?

Usando la tabla de características planetarias:

1. ¿Qué planeta tiene más lunas?
2. ¿Cuál es el número total de lunas?
3. ¿Cuál es el promedio del número de lunas?
4. ¿Qué par de planetas tienen el tamaño más parecido?

EXTENSIONES

1. Agrande los diagramas de Venn para que puedan acomodar fotos de los planetas. Organice los planetas de acuerdo a una variedad de atributos, tales como
   - del más pequeño al más grande
   - del día más largo al más corto
   - sin lunas a los que tienen más lunas

   Asegúrese que los estudiantes rotulen cada continuo claramente: cuál es el más pequeño, etc.

RELACIONES CON OTRAS CLASES

Lenguaje:

Pídale a los estudiantes que hagan informes de investigación sobre planetas individuales.

Arte:

Deje que cada grupo escoja un planeta para hacerlo en un globo cubierto de papel maché. Pídale a los estudiantes que investiguen las características visuales de su planeta para representarlo lo más exactamente posible, sin tener en cuenta su tamaño en relación los otros planetas. Motive a los estudiantes a crear maneras de mostrar características especiales, tales como anillos.

© 1994 AIMS Education Foundation

ASTRÓNOMO: _____ FECHA: _____

¿QUÉ SABES DE LOS PLANETAS?

CARACTERÍSTICAS PLANETARIAS

	DIÁMETRO APROXIMADO	PERÍODO DE ROTACIÓN APROXIMADO	SATÉLITES	¿ANILLOS?
MERCURIO	4,900 km	59 días [176 días]*	0	No
VENUS	12,100 km	243 días [117 días]*	0	No
MARTE	6,800 km	24 horas, 37 minutos	2	No
JÚPITER	143,000 km	9 horas, 55 minutos	16	Sí
SATURNO	143,000 km	10 horas, 39 minutos	18	Sí
URANO	51,100 km	17 horas, 14 minutos	15	Sí
NEPTUNO	49,500 km	16 horas, 7 minutos	8	Sí
PLUTÓN	2,300 km	6 días, 9 horas	1	No

*Duración del día, desde la salida hasta la puesta del Sol.

© 1994 AIMS Education Foundation

¿QUÉ SABES DE LOS PLANETAS?

Clasifica los planetas. Al lado del nombre de cada uno, colorea aquellos espacios que son verdaderos para ese planeta. Usa esta informacion para colocar los planetas en el diagrama de Venn.

TABLA DE REFERENCIA PARA LAS CARACTERÍSTICAS PLANETARIAS

	MÁS GRANDE QUE LA TIERRA	TIENE ANILLO(S)	TIENE SATÉLITE(S)
MERCURIO			
VENUS			
TIERRA			
MARTE			
JÚPITER			
SATURNO			
URANO			
NEPTUNO			
PLUTÓN			

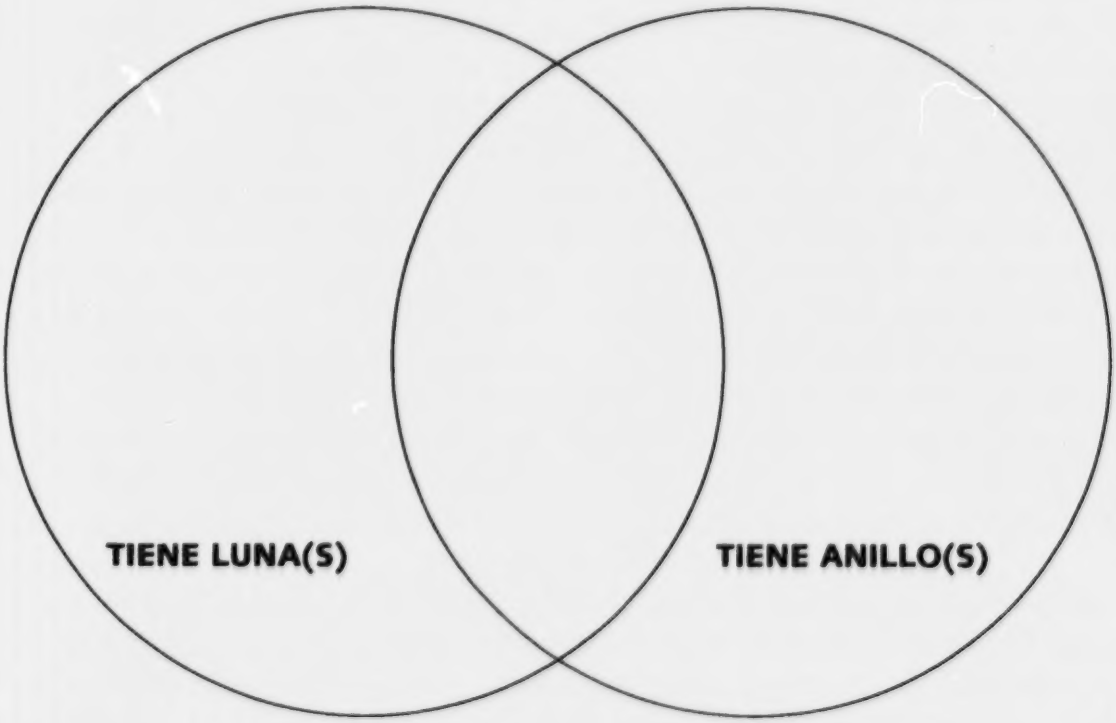
MÁS CARACTERÍSTICAS PLANETARIAS (OTRA VEZ VENN)

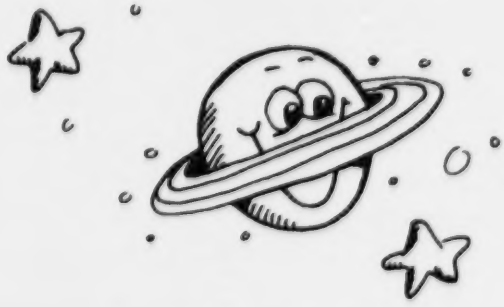
MERCURIO			
VENUS			
TIERRA			
MARTE			
JÚPITER			
SATURNO			
URANO			
NEPTUNO			
PLUTÓN			

© 1994 AIMS Education Foundation

¿QUÉ SABES DE LOS PLANETAS?

Use la información de la tabla para colocar los planetas en el círculo correcto o en la intersección de los círculos.

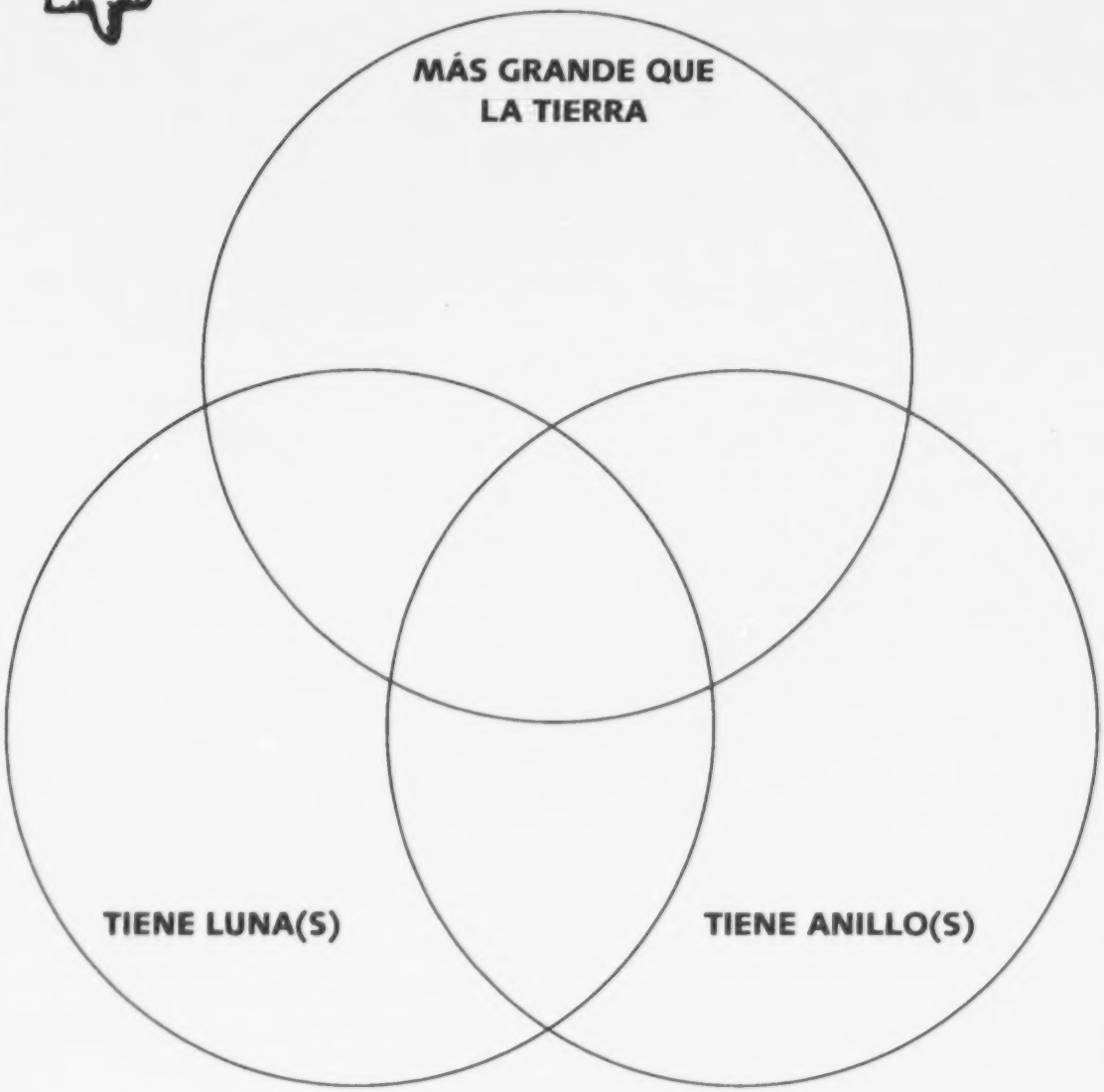




© 1994 AIMS Education Foundation

¿QUÉ SABES DE LOS PLANETAS?

Use la información de la tabla para colocar los planetas en el círculo correcto o en la intersección de los círculos.



© 1994 AIMS Education Foundation

¿QUÉ SABES DE LOS PLANETAS?

Usa la tabla del diagrama de Venn para contestar las siguientes preguntas.

1. ¿Cuáles planetas son más grandes que la Tierra?

2. ¿Qué planetas tienen el tamaño más parecido a la Tierra?

3. ¿Cuál es el porcentaje de planetas que son más grandes que la Tierra?

4. ¿Cuáles son los planetas que tienen satélites?

5. ¿Cuál es el planeta que tiene más satélites?

6. ¿Cuál es el número total de satélites conocidos en nuestro Sistema Solar?

7. ¿Cuál es el promedio de satélites por planeta?

8. ¿Qué planetas encajan en las tres categorías?

9. ¿Qué planetas tienen días que duran más de 24 horas?

Piensa en dos preguntas más para hacerle a tus compañeros. Escríbelas debajo.

© 1994 AIMS Education Foundation

CONSTRUYENDO Y MAPEANDO UN VOLCÁN

ACTIVIDAD 3.6

EDADES: 12-17

Fuente: Esta actividad proviene de un paquete titulado *Destination: Mars*, producido por científicos y maestros en el Johnson Space Flight Center de la NASA. Puede ordenar copias del paquete completo a NASA CORE, o obtenerlo en la dirección de Internet www.curator.jsc.nasa.gov/sn/outreach/activities/destmars/destmars.html. La idea original viene de una actividad llamada "Capas de lava" en *Exploring the Moon*, disponible en la NASA como EG-1997-10-116-HQ.

¿De qué trata esta actividad?
La actividad volcánica no se limita a la Tierra. Los volcanes se han visto en otros mundos, incluyendo Marte, Venus, Io y Tritón. Los estudiantes se divertirán construyendo un modelo de un volcán con "erupciones" reales, y haciendo un mapa del volcán que otro grupo de estudiantes haya construido. Esta actividad emula algunos de los métodos que usan los científicos planetarios para entender la geología e historia de otro mundo.

¿Qué harán los estudiantes?
Los estudiantes crearán sus propias erupciones volcánicas, usando bicarbonato de soda y vinagre, y usarán plastilina para simular los flujos de lava. Después de que varias erupciones creen una serie de complejas "capas de lava", los grupos intercambiarán los volcanes para que puedan hacer mapas y tomar muestras de un volcán con el que ellos están menos familiarizados. Los estudiantes observarán e interpretarán la historia de su volcán, basados en sus mapas y observaciones.

Consejos y sugerencias
- La segunda mitad de la actividad, donde los estudiantes mapean el volcán que hizo otro grupo, menciona las técnicas que usan los geólogos como "perforaciones," "cortes transversales", "falla", etc. Usted puede simplificar según la cantidad de geología que sus estudiantes sepan, eliminando las referencias a estos términos.
- Tomará un tiempo preparar las diferentes muestras de plastilina. Puede haber gastos si decide comprarla en lugar de hacerla. Pero los diferentes colores de "lava" son muy importantes para el éxito de la actividad.
- Puede extender esta actividad con fotos de las características volcánicas en Venus reveladas por la nave espacial Magellan, discutiendo cómo difieren los volcanes en los dos mundos. (A los geólogos planetarios les gusta decir que Venus tiene "gotas tectónicas" en lugar de "placas tectónicas"; la elevación y caída de las grandes gotas de material derretido puede estar controlando el proceso geológico en Venus.) ¡Los estudiantes pueden discutir cuán distintas son las características volcánicas en la Tierra, Marte y Venus! Clases más avanzadas pueden observar las imágenes extrañas de volcanes en la luna de Júpiter, Io, y discutir cómo las enormes fuerzas de la marea de Júpiter "dan masaje" al interior de Io y mantienen la luna en un estado de casi constante actividad volcánica.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Volcanismo	Hacer modelos	Diversidad y unidad
Flujo y capas de lava	Observar	Modelos
Geología planetaria	Describir	Simulaciones
	Comparar	Evolución
	Inferir	Estructura
	Explicar	

Construyendo y mapeando un volcán

Capas de lava

(La actividad original es de Exploring the Moon, una guía para el maestro con actividades para ciencias de la Tierra y el espacio, NASA Education Product EP-306 1994.)

Parte 1 — Experimentos de construcción de volcanes

SOBRE ESTA LECCION

La idea principal de esta actividad es la secuencia de flujos de lava producidos por las múltiples erupciones. Se usa bicarbonato de soda, vinagre y plastilina para simular el flujo de lava. Varios colores de plastilina identificarán las diferentes erupciones. Se le pedirá a los estudiantes que observen cómo viaja el flujo, que construyan un modelo y que interpreten la estratigrafía.

OBJETIVOS

Los estudiantes:

- construirán un modelo de un volcán
- seguirán un procedimiento para producir una secuencia de flujos de lava
- observarán, dibujarán, registrarán e interpretarán la historia del volcán

INFORMACIÓN DE FONDO

Los volcanes y/o los flujos de lava son características prominentes en todos los cuerpos rocosos grandes en el Sistema Solar. Aun algunos fragmentos de asteroides muestran evidencia de flujos de lava. El vulcanismo es uno de los procesos geológicos importantes en el Sistema Solar. Marte tiene una larga historia de actividad volcánica, comenzando desde antiguas áreas volcánicas en las montañas del sur del planeta, hasta los más recientes volcanes del monte Tarsis. Olympus Mons es un montículo volcánico de 20 km de alto. ¡El área de este volcán es tan grande que podría cubrir toda Nicaragua!

Aquí en la Tierra los científicos han encontrado vida donde el calor de un volcán y el agua interactúan. En las aguas termales del Parque Yellowstone (EEUU) se han encontrado muchas formas de vida, incluyendo bacterias muy pequeñas. Es posible que la vida haya encontrado un lugar para florecer en el antiguo terreno volcánico de Marte.

OLYMPUS MONS, UN VOLCÁN DE ESCUDO EN MARTE, COMO FUE VISTO POR LA SONDA VIKING

Algunos de los volcanes en Marte son escudos basálticos como en las Islas Hawaianas de la Tierra. Interpretaciones de las fotografías y el análisis del suelo en las misiones Viking y Pathfinder indican que muchos de los flujos de lava en Marte son probablemente basálticos. Los científicos creen que el basalto es un tipo de roca común en todos los cuerpos grandes del interior del Sistema Solar, incluyendo la Tierra. Olympus Mons es un volcán escudo en Marte.

Además de los volcanes escudos, hay capas oscuras y planas de lava basáltica que cubren la mayoría de las cuencas de Marte y de la Luna en la Tierra. Los orígenes de las erupciones de la mayoría de los flujos de lava son difíciles de identificar porque las fuentes han sido enterradas por flujos más recientes.

Generalmente, la pendiente de la superficie, el relieve el local (pequeños riscos y depresiones) y la dirección de la erupción influyen en el curso de los flujos de lava. Mapas detallados de la geología de Marte y la Luna obtenidos de fotografías, revelan complicadas capas de lava. El estudio de capas de rocas se llama estratigrafía

Flujos más antiguos son cubiertos por flujos más jóvenes y/o muestran más impactos de cráteres. Los geólogos usan las diferencias en asperezas, color y química, para diferenciar los flujos de lava. Imágenes de satélite permiten seguir los márgenes, canales, y planicies creadas por el flujo para así tratar de trazarlo hasta la fuente.

VOCABULARIO

Erupción, fuente, estratigrafía, pendiente, capas

MATERIALES POR GRUPO DE VOLCÁN

- 1 vaso desechable, de 100 ml (4 oz.), recortado a la altura de 2.5 cm
- 2 vasos desechables, de 150-200 ml (6-8 oz.)
- Cartulina, aproximadamente 45 cm cuadrados (se pueden usar otros materiales: molde para galletas o tapa de una caja)
- Plastilina o barro suave — por lo menos 4 bolas del tamaño de un puño, cada una de un color diferente
- Cinta adhesiva
- Cuchara
- Bicarbonato de soda (4-10 cucharadas llenas dependiendo del número de flujos)
- Vinagre, 100-150 ml (4 oz.) dependiendo del número de flujos
- Papel absorbente
- Marcador o lápiz
- Papel y lápiz
- Opcional: colorante para alimentos, para darle color al vinagre. Cuatro colores, por ejemplo, rojo, amarillo, azul, verde
- Hoja del estudiante, "Capas de lava – Parte 1" (páginas 40-41)

PROCEDIMIENTO

Preparación por adelantado

1. Repase la información de fondo y el procedimiento.
2. Reuna los materiales.
3. Prepare la plastilina usando las recetas que se proveen aquí o cómprela.
4. Cubra el área de trabajo con periódico para protegerla de derrames.

Procedimiento en el salón de clases

1. Esta actividad se puede hacer individualmente o en grupo. Grupos de 2-4 funcionan mejor.
2. Sigua el procedimiento en la hoja del estudiante, "Capas de lava – Parte 1".
3. Discuta la progresión de los flujos, señalando que el más joven está encima del más viejo, que quedó en el fondo.
4. Si va a completar "Capas de lava – Parte 2" más adelante, asegúrese de cubrir los volcanes con plástico.

Recetas

PLASTILINA
(receta de coána)

Para una mejor textura y mayor duración, guárdela en el refrigerador en un envase sellado.

2 tazas de harina

1/3 taza de aceite

1 taza de sal

2 tazas de agua fría

4 cucharaditas de cremor tártaro

colorante para alimentos (más o menos 20 gotas)

Haga esta cantidad de un solo color o divida los ingredientes por la mitad para hacer 2 colores. Necesitará 4 colores en total. Combine los ingredientes y cocine la mezcla en una sartén grande, constantemente, hasta que la masa forme una bola. Ponga la masa a enfriar en una superficie enharinada. Amase hasta que esté suave y elástica. Enfríe completamente; refrigere en envases sellados.

PLASTILINA
(receta sin cocinar)

2 tazas de harina

2 cucharadas de aceite

1 taza de sal

1 taza de agua fría

6 cucharaditas de alumbre o cremor de tártaro

colorante para alimentos (misma cantidad que en la receta anterior)

Haga esta cantidad de un color o divida los ingredientes por la mitad para hacer dos colores. Necesitará, por lo menos, 4 colores. Mezcle los ingredientes y amase hasta que la mesa esté suave y elástica. Guárdela en envases sellados.

ASTRÓNOMO: _____ FECHA: _____

HOJA DEL ESTUDIANTE

CAPAS DE LAVA – PARTE 1

MATERIALES

- 1 vaso desechable, de 100 ml (4 oz.), recortado a la altura de 2.5 cm
- 2 vasos desechables, de 150-200 ml (6-8 oz.)
- Cartulina u otra superficie, aprox. 45 cm cuadrados
- Plastilina o barro suave, 4 bolas del tamaño de un puño, cada una de diferente color
- Cinta adhesiva
- Cuchara
- Bicarbonato de soda, 50 ml (1/4 taza)
- Vinagre, 100 ml (1/2 taza)
- Papel absorbente
- Marcador o lápiz
- Papel y lápiz
- Opcional: colorante para alimentos para colorear el vinagre

PROCEDIMIENTO

1. Toma un vaso de papel que haya sido recortado a la altura de 2.5 cm y pégalo a la cartulina. (Puedes usar un pequeño pedazo de cinta adhesiva en la parte exterior del fondo del vaso). Este vaso corto es tu fuente de erupción y la cartulina es la superficie original del terreno.
2. Marca Norte, Sur, Este y Oeste en los bordes de la cartulina.
3. Llena hasta la mitad un vaso de papel con el bicarbonato de soda.
4. Pon una cucharada cargada de bicarbonato de soda en el vaso corto.
5. Vierte vinagre en un vaso grande, dejándolo medio lleno. Opcional: Llena 4 vasos con 25 ml (1/8 taza) de vinagre. A cada vaso de papel, añade 3 gotas de colorante para alimentos; haz cada vaso del color de una de los bolsas plastilina. Ponlos a un lado.
6. Pon a un lado 4 bolas de plastilina, cada una de diferente color.
7. Ahora estás listo para crear una erupción. Lentamente, vierte una poca cantidad de vinagre en tu vaso fuente y observa la erupción de lava.
8. Cuando se detenga la lava, traza rápidamente el borde del flujo con un lápiz o marcador.
9. Limpia el flujo con papel absorbente.
10. Como mejor puedas, usa una capa delgada de plastilina para cubrir el área entera donde fluyó la lava. No se necesita ser muy preciso. Armoniza el color del flujo con el de la plastilina, si es possible.
11. En una hoja aparte, registra la información sobre el flujo. Indica el color, la forma, la dirección del flujo y el espesor. Indica en que posición está este flujo en la secuencia; primero, segundo, etc.
12. Repite los pasos del 7-11 para cada color de plastilina disponible. Con cuatro o seis flujos tendrás un buen ejemplo de un volcán de escudo.

Notas: Puedes añadir bicarbonato de soda fresco al vaso fuente o sacar con la cuchara el exceso de vinagre del vaso fuente, según sea necesario. Asegúrate de marcar dónde los flujos de lava cubren previos flujos, asi como la cartulina. Esto se asemejará a una extraña torta, con los nuevos flujos sobrelapando los viejos.

HOJA DEL ESTUDIANTE

RESULTADOS

1. Mira tu volcán y describe lo que ves. Añade tu descripción escrita al papel donde registraste la información sobre los flujos. Incluye las observaciones sobre flujos cubriendo o sobrelapando otros flujos. Haz un boceto.

2. ¿Dónde está el flujo más antiguo?

3. ¿Dónde está el flujo más joven?

4. ¿Siguieron todos los flujos la misma trayectoria? (Se específico).

5. ¿Qué crees que está influenciando la trayectoria de los flujos de lava?

6. Si no hubieras observado las erupciones, ¿cómo sabrías que hay muchas capas diferentes de lava? Ofrece por lo menos dos razones.

7. ¿Cuál de las razones que diste en la respuesta 6 se podría usar para identificar capas reales de lava en la Tierra?

8. ¿Qué otras formas se pueden usar para distinguir entre flujos de lava antiguos y jóvenes en la Tierra?

9. ¿Cuál de los procedimientos de la respuesta 8 podría usarse para identificar las capas de lava en Marte o la Luna?

10. ¿Qué otras formas se pueden usar para distinguir entre capas de flujos de lava antiguos y jóvenes en Marte o la Luna? Mira fotografías de satélite, si es posible.

Parte 2 —

Extensión de la actividad: Mapeo de un volcán

SOBRE ESTA ACTIVIDAD

Los estudiantes simularán el trabajo de campo de mapeo de un volcán. Este ejercicio es parecido a los primeros pasos que emplean los geólogos cuando hacen un mapa e interpretan la historia geológica de un área. Los grupos de estudiantes harán el mapa y estudiarán los volcanes producidos por otro grupo en "Capas de lava – Parte 1." "Capas de lava – Parte 2" está diseñado para promover el uso de habilidades de pensamiento más complejas y motiva a preguntar, predecir, probar e interpretar. Esta secuencia es importante para la investigación científica.

OBJETIVOS

Los estudiantes:

- producirán un mapa de un volcán desconocido y mostrarán la secuencia de los flujos de lava
- interpretarán los datos del mapa e inferirán la extensión de los flujos del subsuelo
- predecirán los sitios en que las excavaciones darán mas información
- simularán excavaciones naturales y humanas
- escribirán una breve historia geológica del volcán

INFORMACIÓN DE FONDO

En el Sistema Solar, el vulcanismo es un proceso muy importante, ahora y en el pasado. Todos los cuerpos planetarios en la parte interior del Sistema Solar tienen características en la superficie que se han interpretado como flujos de lava y volcanes. Marte tiene volcanes espectaculares. Es probable que se formen aguas termales donde se unen el calor volcánico y el agua. Estas aguas termales pueden albergar vida microbiana.

Los procesos de pensamiento y la secuencia de observar, tomar datos e interpretar, que los estudiantes usan cuando hacen este ejercicio es similar a las investigaciones reales hechas por los geólogos. Los geólogos usan fotos tomadas desde aviones y naves espaciales para interpretar la historia de la superficie de un planeta. Si pueden llegar a la superficie, crean mapas y recolectan muestras. Los geólogos han usado fotos de la superficie de Marte, enviadas por naves espaciales no tripuladas, para interpretar la historia de la superficie del planeta.

MATERIALES

- Volcán hecho de plastilina de la actividad "Capas de lava – Parte 1", un volcán por grupo
- Lápices a colores o crayones
- Reglas (dos por grupo)
- Cuchillos para cortar (el hilo dental y el alambre se pueden usar si los cuchillos no están permitidos)
- Sorbetos (pitillos o pajillas) gruesos (uno por grupo, o un pedazo de 5 cm de largo por estudiante)
- Hoja del estudiante, "Capas de lava – Parte 2"
- Palillos de dientes, 5-10 por volcán

PROCEDIMIENTO

Preparación por adelantado

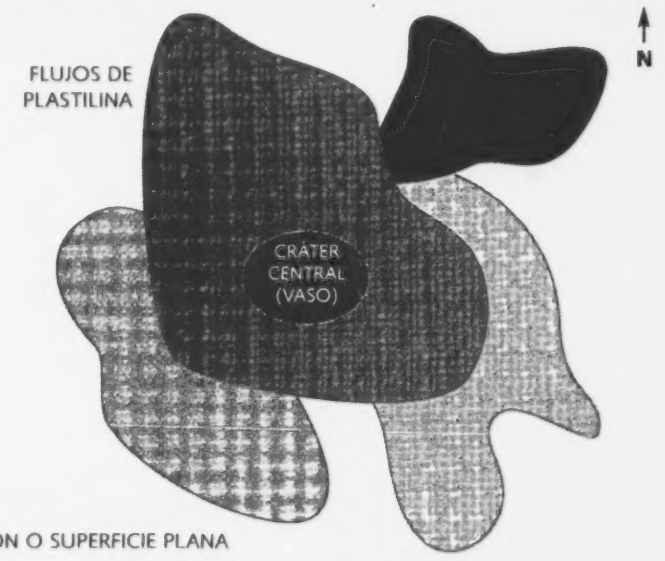
1. Reuna los materiales.
2. Lea el procedimiento y la información de fondo.
3. Pequeños grupos de estudiantes ensamblarán los volcanes, de acuerdo a las instrucciones en "Capas de lava – Parte 1."
4. Las mapas se puede hacer inmediatamente después de los volcanes o varios días después. El volcán de plastilina debe cubrirse con plástico, si se desatiende por más de unas cuantas horas.
5. Repase las habilidades necesarias para hacer un mapa, tales como anotaciones, escalas y técnicas de medida.

Procedimiento en el salón de clases

(Esta actividad se puede simplificar según sea necesario).

1. Pídale a los grupos que intercambien volcanes para que hagan mapas de un volcán con una historia "desconocida". Pueden darle un nombre al volcán, si desean.
2. Pídale a los grupos que dibujen un mapa del volcán a vuelo de pájaro. Lo pueden hacer de tamaño real o pueden hacer uno a escala. El mapa deberá incluir una flecha que indique el norte. Un ejemplo dibujado en la pizarra o en el proyector vertical puede ser útil, si los estudiantes no están familiarizados con la transferencia de medidas a una rejilla. Los estudiantes necesitarán hacer observaciones y medidas cuidadosas para hacer los mapas de los volcanes con exactitud. Coloree y rotule el mapa.
3. Pídales que respondan las preguntas en la hoja del estudiante. *Nota*: Algunos volcanes pueden ser más complejos que otros — ¡cada uno será diferente! Puede que existan flujos que estén completamente cubiertos, algunos flujos que tengan dos lóbulos separados, y algunos flujos en los cuales la secuencia no se pueda determinar en la superficie.
4. Dirija a los estudiantes a hacer preguntas sobre lo que no pueden ver en la superficie. ¿Dónde están los flujos que no se ven? Guíelos para que digan maneras en que puedan investigar qué hay debajo de la superficie sin levantar la plastilina. Es posible que sugieran perforar agujeros, estudiar la erósion del suelo y la exposición de taludes, el comportamiento de terremotos, o la apariencia de cortes transversales y otras excavaciones.
5. Pídale a los grupos que hagan un plan que muestre en su mapa dónde quieren estudiar el subsuelo. Deben indicar cómo las perforaciones y cortes propuestos maximizarán la información que puedan obtener de las excavaciones. Limite el número de actividades que cada grupo puede usar, por ejemplo, cinco perforaciones y un corte transversal y una erosión de río.
6. Pídales que hagan los cortes y perforaciones.
   - "Remueve la perforación, empujando un pitillo o pajilla verticalmente en la plastilina, torciéndolo si es necesario, y retirándolo. Sopla por el pitillo para remover la muestra. Clava la muestra en un palillo de dientes y colócala al lado del agujero".
   - "La erosión producida por un río se puede simular cortando y removiendo una 'v' en el lado del volcán (la parte abierta de la 'v' mirando hacia abajo de la pendiente)."

EJEMPLO DE UNA VISTA AEREA DE UN MAPA DE LAS CAPAS DE LAVA



BEST COPY AVAILABLE

- "Para hacer cortes transversales usa un cuchillo o hilo dental para cortar y remover una tira de aproximadamente 1 cm de ancho y tan profunda como quieras, en cualquier parte del volcán".
- "Para simular los terremotos, haz un sólo corte y levanta o hunde uno de los lados de la 'falla'."

7. Anota los cortes y perforaciones en el mapa y en las notas. Asegúrate de escribir la información sobre el lugar, por ejemplo, perforación #2 está localizada en el flujo azul en el cuadrante noreste del volcán.
8. Pídales que observen las capas escondidas. Haga que interpreten los datos y dibujen líneas punteadas en el mapa para indicar los límites aproximados o inferidos de los flujos del subsuelo.
9. Dígales que en una hoja aparte escriban una breve historia del volcán, que relate la secuencia y los volúmenes relativos de los flujos (o haga una columna geológica, que muestre en una columna la actividad geológica más antigua en la parte de abajo y la más reciente en la parte de arriba). La clase de matemática puede tratar de obtener el volumen de cada flujo.
10. Pida que comparen la historia desarrollada en el mapa de la Parte 2 con la historia original del grupo que hizo el volcán en la Parte 1. Pídales que escriban en qué son similares o diferentes.
11. Interrogue a los estudiantes durante la actividad.

ASTRÓNOMO: _____ FECHA: _____

HOJA DEL ESTUDIANTE

CAPAS DE LAVA – PARTE 2

INSTRUCCIONES

Haz un mapa del modelo del vocán. Hazlo a vuelo de pájaro. Rotula los flujos y las características.

1. ¿Cuántos flujos puedes ver en tu mapa?

2 Además del mapa, escribe una lista de los flujos de lava, empezando con los flujos más jóvenes en la parte de arriba y terminando con los flujos más antiguos en la parte de abajo. Ejemplo: El flujo de arriba es largo, alargado y verde.

3. ¿Puedes determinar fácilmente la secuencia de los flujos (cuál vino primero, cuál vino después) o hay algunos flujos que no puedes decir si son antiguos o jóvenes? Pon un signo de interrogación al lado de los flujos inciertos en la lista del mapa.

4. ¿Hay partes de los flujos que están cubiertas? ¿Cuáles?

5. ¿Qué necesitarías para poder determinar la secuencia y la forma de cada flujo? ¿Cómo podrías obtener esa información sin levantar la plastilina?

6. Piensa qué técnicas te ayudarán a aprender más sobre el interior de tu volcán. Tu maestro guiará una discusión con la clase sobre estas técnicas, antes de tu experimento. Detente aquí y espera instrucciones del maestro antes de continuar.

7. Documenta por qué cada experimento propuesto sería útil para revelar información sobre tu volcán. Lleva a cabo los experimentos y registra la información obtenida.

8. Termina tu mapa. En una hoja de papel, escribe una historia del volcán. Compara tu secuencia con la historia escrita por el grupo que originalmente hizo el volcán. ¿Fue precisa tu interpretación?

9. ¿Por qué sería más difícil trazar un mapa de flujos de lava en Marte usando fotos de satélite?

¿CUÁLES SON LAS SUPERFICIES MÁS ANTIGUAS EN MARTE?

ACTIVIDAD 3.7

EDADES: 4-17

Fuente: Esta actividad fue escrita por un grupo de científicos y educadores (bajo la dirección de Carol Stadum) como parte del programa Mars Link, auspiciado por la Planetary Society. Ha sido revisado y adaptado para este libro por el personal del Proyecto ASTRO. La actividad es propiedad registrada (1996) de la Planetary Society, 65 N. Catalina Ave., Pasadena, CA 91106, U.S.A. Aunque el folleto Mars Link está agotado, algunos materiales se pueden encontrar en la página de la Planetary Society: planetary.org.

¿De qué trata esta actividad?

Todo cuerpo sólido en el Sistema Solar muestra evidencia de cráteres que han sido golpeados por cuerpos más pequeños a través del tiempo. Esta actividad explora cómo los científicos pueden usar el número de cráteres en una superficie como un indicador de la "edad" de esa superficie (el tiempo en que resurgió por última vez).

¿Qué harán los estudiantes?

Los estudiantes simularán los cráteres con gotas de agua cayendo desde cierta altura a una superficie de arena fina, y verán como cambia con el tiempo a medida que ocurren los impactos. Compararán las superficies creadas con las fotos de la superficie de Marte. Podrán aplicar lo que han aprendido sobre Marte al análisis de las superficies de otros mundos.

Consejos y sugerencias

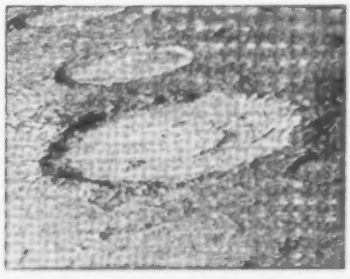
- Trate de experimentar usted mismo antes de pedirle a los estudiantes que lo hagan. Esto asegurará que usted entiende la técnica y puede aconsejar a los estudiantes si encuentran alguna dificultad.
- Trate de variar la altura del aro y la pantalla para ver cómo cambia la velocidad de las gotas de agua , y cómo ésto afecta el tamaño de los cráteres.
- Trate de cambiar el tipo de terreno, usando diferentes superficies — cal (la cual absorbe bien el agua) o azúcar pulverizada cubierta por chocolate en polvo (la cual permite mostrar el tipo de "rayos" en los cráteres vistos en la Luna).
- Las imágenes en la hoja de trabajo 2 están en la red en: www.msss.com/education/marslink2000. Si las imprime directamente, puede obtener mejores copias que fotocopiando la hoja de trabajo #2.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Formación de cráteres	Experimentar	Modelos
Estimación de las edades de superficies planetarias	Observar	Interacciones
Erosión e inundación	Comparar	Pautas de cambio
	Contar	Simulaciones
	Inferir	Escala
	Explicar	Estructura

¿CUÁLES SON LAS SUPERFICIES MÁS ANTIGUAS EN MARTE?

por Carol Stadum, Ken Edgett, y el grupo del equipo Mars Link
Planetary Society



EL CRÁTER GALLE EN EL LADO ORIENTAL DE LA GRAN CUENCA ARGYRE EN EL HEMISFERIO SUR DE MARTE TIENE ALGUNAS FORMACIONES QUE PARECEN UN POCO COMO UNA "CARA FELIZ". GALLE ES APROXIMADAMENTE 215 KM A LO LARGO. (MALIN SPACE SCIENCE SYSTEMS)

PROPÓSITO

Los estudiantes descubrirán que mientras más tiempo ha estado expuesta a impactos la superficie sólida de un planeta o satélite (luna) más cráteres tendrá. Los estudiantes verán que medir el número de cráteres en una superficie es una herramienta importante para los geólogos y científicos planetarios que buscan entender la historia del Sistema Solar.

OBJETIVOS

1. Crear una simple superficie con cráteres en diferentes períodos de tiempo.
2. Descubrir que la superficie más antigua tiene más cráteres.
3. Comparar sus modelos con tres imágenes de la superficie de Marte y colocar estas imágenes en orden desde la más reciente a la más antigua.
4. Pensar sobre que tipo de eventos pueden hacer que la superficie de un planeta tenga una mitad con cráteres y la otra lisa.

MATERIALES

- Las páginas de trabajo de los estudiantes
- Arena fina
- Cedazos o rejillas finas, cuadrados, para cada grupo (aproximadamente 10 x10 cm)
- Anillos montados en bases firmes para cada grupo
- Cajas de Petri para cada grupo
- Botella de espray con agua para cada grupo
- Reloj de mano con segundero para cada grupo

MOTIVACIÓN

Es mejor hacer esta actividad después de una discusión introductoria sobre el planeta Marte (o los planetas terrestres en general). Puede mostrar un video o algunas diapositivas sobre Marte para que los estudiantes estén más familiarizados con su paisaje general y las propiedades de la superficie. (Si su clase tiene acceso a la red, se pueden hallar excelentes imágenes de Marte en el sitio del Planetary Photojournal en http://photojournal.jpl.nasa.gov). Comience pidiendo a los estudiantes que consideren cómo se podrían usar fotos de Marte para determinar cuán antiguas son las partes de su superficie.

© 1996 The Planetary Society

EXPLORACIÓN 1

Es aconsejable demostrar la organización del laboratorio y experimento enfrente de la clase, antes que los estudiantes comiencen sus propias exploraciones. Los estudiantes deben tener listo lápiz y papel para registrar los cambios en la superficie de arena, en cierto período de tiempo, en la tabla de datos de la hoja de trabajo 1. Divida los estudiantes en grupos pequeños y déjelos dividirse las diferentes tareas:

- el rociador, el que esparce las gotas de agua
- el contador, el que cuenta los cráteres
- el que lleva el tiempo
- el registrador, el que escribe la información en la tabla de datos

Usted o sus estudiantes deberán poner arena fina en la caja de Petri, y colocar la rejilla por lo menos a un metro de distancia sobre la arena. Los estudiantes comenzarán a su experimento rociando gotas de agua en la rejilla, cuidando de NO disparar el agua con fuerza. Tan pronto como las gotas de agua empiecen a caer en la arena, el contador deberá empezar a decir en voz alta el número de cráteres y el que lleva el tiempo deberá contar los segundos. Después de trés segundos, los estudiantes deben remover la caja de Petri y terminar de hacer un buen conteo del número de "cráteres". Registre la cuenta en la tabla de datos y rotúlela como "cuenta de los 3 segundos". ¿Se parece la superficie a alguna de las imágenes de Marte en la hoja de trabajo?

Ahora los estudiantes deberán colocar otra vez la arena bajo la rejilla y rociar agua por otros tres segundos. Una vez terminen los tres segundos, deberán remover la caja suavemente y contar nuevamente el número de cráteres. Rotule este número como "cuenta de los 6 segundos" en la tabla de datos. ¿Se parece ahora la arena a alguna de las imágenes de Marte de la hoja de trabajo 2? Puede que los estudiantes quieran hacer un boceto de la apariencia de la arena hasta este punto, antes de seguir adelante.

Los estudiantes deberán regresar cuidadosamente la arena a su lugar bajo la rejilla y rociar por otros 3 segundos. Remueva suavemente el plato y cuente los cráteres, rotulando el resultado como "cuenta de los 9 segundos". ¿Se parece la arena, en este punto, a alguna de las imágenes de Marte?

DISCUSIÓN 1

Basados en los datos que tomaron y cómo lucía la arena en cada etapa, motive a los estudiantes a discutir las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo cambió el número y la forma de los cráteres con el pasar del tiempo?

   Mientras más tiempo pasa, mayor es el número de cráteres. Las formas de los cráteres cambian, a medida que caen más gotas, y nuevos cráteres son creados sobre los más antiguos.

2. ¿Están apiñados los cráteres?

   Las respuestas variarán dependiendo la velocidad y el cuidado con que los estudiantes rocíen las gotas de agua en la rejilla.

3. ¿Cuánto tiempo tomó para que los cráteres se empezaran a solapar?

   Las respuestas variarán para diferentes experimentos. Eventualmente, a medida que caigan suficientes gotas, los estudiantes empezarán a ver el solapamiento de los cráteres donde los viejos esten cubiertos (y erosionados) por los más nuevos.

4. ¿Cuál es más vieja, una superficie con muchos cráteres o una con pocos?

   Una superficie con más cráteres ha estado expuesta a más "gotas" por más tiempo y por lo tanto es más vieja.

5. ¿Cómo cambia la densidad de cráteres con el tiempo?

   Mientras más cráteres vemos en una superficie, más vieja es. (Observe que algunas veces las superficies se pueden alisar por inundaciones de lava u otros procesos que borran cráteres; discutiremos este proceso en la Exploración 2).

© 1996 The Planetary Society

6. ¿Qué procesos crean los cráteres en los planetas terrestres?

   Los cráteres de impacto se crean cuando las piezas de roca y hielo del espacio chocan con las superficies de estos mundos, explotando con el impacto.

7. Si continuáramos rociando la rejilla e hicieramos que las gotas cayeran por 5 minutos, ¿cómo se vería la superficie de la arena?

   La superficie sería más áspera y abollada y tendría menos cráteres definidos.

8. ¿Cuál de las tres imágenes en la hoja de trabajo del estudiante muestra la superficie más joven? ¿Cuál de las imágenes muestra la más antigua?

   La que más cráteres tiene es la más antigua.

EXPLORACION 2

Ahora los estudiantes deberán tomar un cuchillo plástico y alisar la mitad de la superficie de arena con más cráteres. Esto representa los eventos que los geólogos llaman "resurgimiento". Pídale a los estudiantes que consideren qué clase de procesos naturales en un planeta pueden conducir a tal evento.

DISCUSIÓN 2

9. ¿Qué clase de procesos pueden conducir al resurgimiento de la superficie de un planeta o satélite grande?

   La respuesta variará de mundo a mundo. Las inundaciones de lava y las erupciones volcánicas, la erosión por el viento y el agua (donde estos factores existen), deslizamientos de tierra, fuerzas tectónicas (movimientos de la corteza del planeta) y períodos de fuerte bombardeo, pueden jugar un papel.

10. Cuando los geólogos usan la cuenta de cráteres para determinar la edad de una sección particular de la superficie de un planeta o luna, ¿qué edad están midiendo?

    La cuenta de cráteres sólo nos puede decir el tiempo aproximado desde el último evento de resurgimiento. Tales eventos de resurgimiento, usualmente, destruyen los cráteres que estaban antes.

11. Mira la Imagen D en la hoja de trabajo 2. ¿Qué puede haber formado la superficie que se muestra en esta imagen?

    La Imagen D muestra el Cráter Pickering en Marte, en un terreno que tiene una mitad con cráteres y la otra lisa. Aquí vemos una superficie más vieja al lado de una más nueva. La mitad lisa debió haber resurgido por erosión o inundaciones de lava. Sin embargo, los bordes de los cráteres más grandes no han sido completamente cubiertos por el evento de resurgimiento y "emergen" de la lava, siendo testigos silenciosos del proceso dramático que cubrió todos los alrededores.

ACTIVIDADES ADICIONALES

- Si tiene un globo o mapa de Marte, pídale a los estudiantes que determinen qué partes del planeta se ven más jóvenes y cuáles se ven más viejas.
- Haga que los estudiantes enfoquen su atención en las regiones de hielo en los polos de Marte. ¿Tienen muchos cráteres? ¿Por qué no? ¿Chocan las rocas espaciales con las regiones polares? Si es así, ¿qué les pasa a los cráteres a medida que pasa el tiempo?
- Pídale a los estudiantes que discutan por qué las fotos de la Tierra desde el espacio muestran muchos menos cráteres que las fotos de la Luna o Marte.
- Examine las fotos de la Luna o del planeta Mercurio. ¿Cómo se ven las superficies de los dos mundos, comparadas con las de Marte o la Tierra? ¿En cuál de los mundos ha pasado más tiempo desde el último evento de resurgimiento?
- Examine mapas de radar de Venus construidos con los datos provistos por la nave espacial Magellan. ¿Cómo se compara la superficie de Venus a las de Marte, la Tierra o la Luna?

© 1996 The Planetary Society

ASTRÓNOMO: _____ FECHA: _____

HOJA DE TRABAJO 1

¿CUÁLES SON LAS SUPERFICIES MÁS ANTIGUAS DE MARTE?

En este experimento usarás gotas de agua cayendo en arena fina para demostrar cómo se forman los cráteres en las superficies de los planetas y las lunas. Cuando sigas las instrucciones, asegúrate que:

- usas gotas pequeñas en la rejilla y no rocías agua con mucha fuerza
- divides el trabajo entre los miembros de tu grupo y que todos saben sus tareas
- no permites que pase demasiado tiempo antes de sacar la arena de debajo de las gotas

TABLA DE DATOS

NÚMERO DE SEGUNDOS	NÚMERO DE CRÁTERES

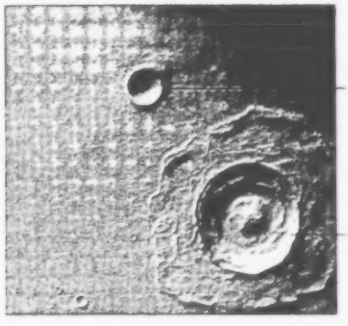
Preguntas de discusión:

1. ¿Cómo cambiaron el número y las formas de los cráteres con el tiempo?
2. ¿Están apiñados los cráteres?
3. ¿Cuánto tiempo tomó para que los cráteres comenzaran a solaparse?
4. ¿Cuál es más antigua, una superficie con muchos cráteres o una con pocos?
5. ¿Cómo cambia la densidad de cráteres al pasar el tiempo?
6. ¿Qué procesos crean cráteres en planetas terrestres?
7. Si siguiéramos rociando la rejilla y hicieramos que cayeran gotas por 5 minutos, ¿cómo se vería la superficie?
8. ¿Cuál de estas tres imágenes en la hoja de trabajo muestra la superficie más joven? ¿Cuál de las imágenes muestra la más vieja?
9. ¿Qué tipo de procesos pueden llevar al resurgimiento de un planeta o satélite grande?
10. Cuando los geólogos usan la cuenta de cráteres para obtener la edad de una sección particular de una superficie, ¿qué edad están midiendo?
11. Mira la Imagen D en tu hoja de trabajo 2. ¿Qué pudo haber formado la superficie que se muestra en esta imagen?

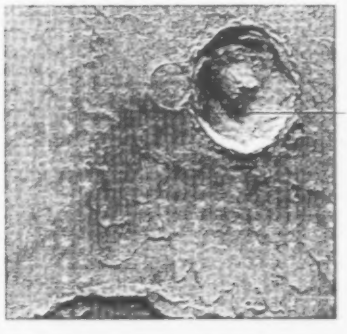
© 1996 The Planetary Society

HOJA DE TRABAJO 2

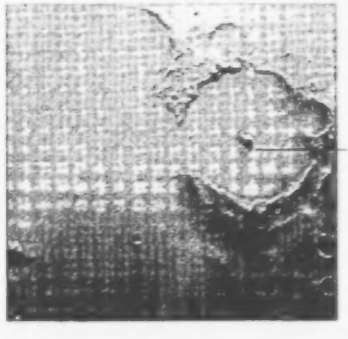
¿DÓNDE ESTÁ LA SUPERFICIE MÁS ANTIGUA DE MARTE?



DOS CRÁTERES DE IMPACTO EN MARTE, UNO SIMPLE ARRIBA A LA IZQUIERDA (ROTULADO CON LA LETRA A) Y UNO CON UNA SÁBANA DE MATERIAL EXPULSADO, ABAJO A LA DERECHA (ROTULADO CON LA LETRA B).



CRÁTER YUTI (18 KM DE DIÁMETRO), ROTULADO CON LA LETRA C, AL NORTE DEL ARES VALLEY.



EL CRÁTER PICKERING (APROXIMADAMENTE 115 KM A LO LARGO), ROTULADOS CON LA LETRA D, LOCALIZADO EN EL SUROESTE DE DAEDALIA PLANUM, HA SIDO PARCIALMENTE ABIERTO E INUNDADO POR FLUJOS DE LAVA. (IMÁGENES VIKING; NASA)

© 1996 The Planetary Society

SIGUIÉNDOLE EL RASTRO A LAS LUNAS DE JÚPITER

ACTIVIDAD 3.8

EDADES: 10-14+

Fuente: Esta actividad ha sido adaptada del libro "Moons of Jupiter", escrito por Debra Sutter, Cary Sneider, Alan Gould, Carolyn Willard y Edna DeVore, parte de la serie "Great Explorations in Math and Science (GEMS) Series" del Lawrence Hall of Science, en la Universidad de California, Berkeley, CA 94720, U.S.A., propiedad literaria (1993) por The Regents of the University of California, y publicado por el Lawrence Hall of Science. Contacte al "GEMS Program at the Hall" para más información sobre sus más de 60 guías y manuales para maestros. Escriba o llame al (510) 642-7771 para solicitar un catálogo completo de GEMS.

¿De qué trata esta actividad?

Cuando Galileo apuntó su telescopio a los cielos, descubrió cuatro puntos de luz brillante cerca de Júpiter, que, ignorantes del requisito de que todo en el Universo tenía que girar alrededor de la Tierra, tenían la audacia de girar alrededor de Júpiter. Al seguir sus movimientos noche tras noche, Galileo calculó el período de revolución de cada satélite y estableció que Júpiter era el centro de su propio sistema de lunas. Los estudiantes "observarán" el movimiento de estas lunas galileanas y llevarán a cabo el mismo experimento realizado por Galileo.

¿Qué harán los estudiantes?

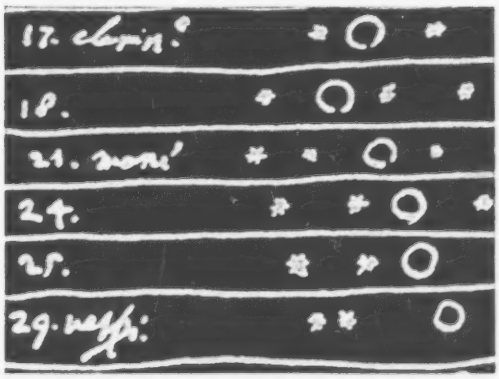
Los estudiantes examinarán los resultados de nueve noches de observaciones y harán una gráfica de datos que les permitirá calcular el período orbital de las grandes lunas de Júpiter.

Consejos y sugerencias

- Esta actividad se puede adaptar para estudiantes de nivel escolar más alto. Algunos instructores la han usado exitosamente en alumnos de 14 a 17 años y a nivel universitario, formulando las instrucciones de manera más concisa y dando un poco más de trabajo a los estudiantes.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Período de un satélite	Visualizar	Modelos
Modelos heliocéntricos versus geocéntricos	Observar	Simulaciones
Historia de la astronomía	Medir	Sistemas
	Explicar	Pautas de cambio
	Inferir	



CUADERNO DE GALILEO QUE MUESTRA SUS BOCETOS DE LAS LUNAS DE JÚPITER.

SIGUIÉNDOLE EL RASTRO A LAS LUNAS DE JÚPITER

por Cary Sneider

Adaptado de Moons of Jupiter, *una actividad GEMS Guide del Lawrence Hall of Science, University of California, Berkeley*

PERSPECTIVA GENERAL

En 1609, cuando Galileo apuntó su telescopio hacia el planeta Júpiter, se maravilló al ver cuatro puntos de luz cérca del planeta. ¿Podrían ser lunas de Júpiter? De ser así, se convertirían en los primeros objetos celestes descubiertos que no parecían giran alrededor de la Tierra.

En esta actividad, los "astrónomos del salón de clases" observan una serie de fotos de Júpiter y sus lunas, tal como se ven en un período de nueve noches. Los estudiantes registrarán sus observaciones de cada "noche", notarán que las lunas cambian de posición en relación a Júpiter, y determinarán cuánto tiempo le toma a cada luna dar una vuelta completa alrededor del planeta.

NECESITARÁ:

Para la clase:

- 2 pelotas, una mucho más grande que la otra, por ejemplo: una pelota de softball y una de ping pong; o una pelota de tenis y una canica

Para cada estudiante:

- Una copia de la hoja de trabajo del estudiante, que muestra a Júpiter y sus lunas durante nueve noches (una copia maestra está incluida en esta guía)
- Una copia de la hoja de datos "Siguiéndole el rastro a las lunas de Júpiter" (una copia maestra está incluida en esta guía)
- 1 lápiz

PREPARACIÓN

1. Haga copias de la hoja de trabajo y de la hoja de datos para cada estudiante.
2. Planee cómo dividir la clase en grupos. Cada grupo "observará" una luna. Los miembros de cada grupo necesitarán estar sentados lo suficientemente cerca los unos de los otros para comparar notas. El número y tamaño de los grupos puede variar. Debe tener un grupo (de cuatro a ocho estudiantes) para cada una de las cuatro lunas. En una clase de 32 estudiantes, por ejemplo, puede tener ocho grupos de cuatro, y asignar a dos grupos la observación de la misma luna.

HACIENDO LA ACTIVIDAD: GALILEO Y SU TELESCOPIO

1. Explique que un científico italiano llamado Galileo Galilei, quien vivió hace 400 años, fue la primera persona (o ciertamente una de las primeras personas) en estudiar el cielo usando un telescopio (aunque no lo inventó). Usualmente, nos referimos a él por su primer nombre, Galileo. Pregúntele a los estudiantes, "Si hubieran acabado de construir un telescopio, ¿qué les gustaría ver?" Acepte todas las respuestas.
2. Si nadie lo mencionó, diga que Galileo también miraba planetas. Pregunte, "¿Cómo se ve un planeta en el cielo de la noche, a simple vista?" (Parece una estrella). Pregúntele a los estudiantes, "¿Cómo se vería un planeta a través de un telescopio pequeño?" (La mayoría de los

© 1993 por The Regents of the University of California

BEST COPY AVAILABLE

estudiantes que han visto fotos de misiones espaciales o del Telescopio Espacial Hubble se imaginan que todos los telescopios muestran los planetas como grandes discos iluminados. De hecho, a través de un telescopio pequeño, Júpiter se ve como en las fotos de las hojas de trabajo. Dígale a sus estudiantes que Galileo puede haber visto algo similar a esto).

3. Explique que cuando Galileo observó Júpiter, él fue la primera persona en ver que los planetas tenían forma de esfera. También vió cuatro puntos de luz, parecidos a estrellas, alineados en los lados del planeta. Galileo notó que noche tras noche, los cuatro objetos aparecían en sitios diferentes. Explique que esto es extraño, ya que las estrellas nunca cambian de posición en el curso de meses.
4. Dígale a los estudiantes que Galileo también notó que a medida que Júpiter se movía en el cielo, estos objetos "parecidos a estrellas", se movían con él. Pregúntele a la clase qué podrían ser estos objetos. (Son las lunas más grandes de Júpiter).
5. Explique que durante esta actividad la clase llevará un registro (como hizo Galileo), verán las mismas cosas que él vió, y tratarán de descifrar que está pasando.

HACIENDO LA ACTIVIDAD: SIGUIÉNDOLE EL RASTRO A LAS LUNAS DE JÚPITER

1. Distribuya las hojas de trabajo y las hojas de datos a todos los estudiantes y pídales que tengan listos sus lápices.
2. Explique a los estudiantes que verán a Júpiter y sus lunas, como se verían durante nueve noches. Señale que las lunas en la hoja de trabajo han sido rotuladas con las primeras letras de sus nombres, para que sea más fácil distinguirlas (Galileo no tenía esta ayuda adicional).
3. Haga que los estudiantes miren la primera foto, de la Noche 1. Señale los números que indican la distancia desde Júpiter en millones de kilómetros.
4. Divida la clase en grupos. Pídale a los estudiantes que imaginen que son grupos de astrónomos, y asígnele a cada grupo la observación de una de las lunas. Pídales que escriban, en la parte de arriba de su hoja de datos, la letra y nombre de la luna que observarán.
5. Dígale a los estudiantes que encuentren la posición de su luna en relación a Júpiter en la foto para la Noche 1. Pídales que pongan una "X" en su hoja de datos en la línea Noche 1 para mostrar la posición de su luna como la ven en relación a Júpiter.
6. Haga que los grupos comparen datos y ayuden a otros miembros dentro de su grupo. Antes de ir a la siguiente foto, recorra el salón y verifique que cada estudiante entiende cómo registrar la posición de su luna.
7. Dígale a sus estudiantes que dejaran pasar un día entero, hasta que lleguen a la Noche 2.
8. Ahora haga que los estudiantes enfoquen su atención en la foto de la Noche 2 en sus hojas de trabajo. Pídale a los estudiantes que localicen su luna nuevamente y que marquen su posición con respecto a Júpiter en la línea apropiada en sus hojas de datos. Pregunte, "¿Dónde está tu luna en la Noche 2?"
9. Verifique si los estudiantes han marcado la posición de su luna en la segunda línea. (Algunos pondrán todas las X en la misma línea. Asegúrese de que entienden que cada observación se debe registrar en una línea diferente). Siga con cada noche, recordándoles, según sea necesario, en cuál foto deben estar trabajando. Puede ir un poco más rápido a medida que los estudiantes mejoran sus habilidades de registro.
10. Después de tres o cuatro noches, pídales que predigan dónde estará su luna la siguiente noche. (Es posible que deseen colocar un punto de color en la línea apropiada). Continúe hasta que los estudiantes hayan observado las lunas de Júpiter por nueve noches.

© 1993 por The Regents of the University of California

HACIENDO LA ACTIVIDAD:
RESUMIENDO LOS DATOS

1. Cuando hayan terminado de observar la foto de la Noche 9, los estudiantes habrán completado sus hojas de datos. Ahora es tiempo de resumir las observaciones. Sus estudiantes necesitarán por lo menos 15 minutos para resumir sus observaciones. Si el tiempo que sobra del período de clase es muy corto, es posible posponer el resumen y la discusión para otro momento.
2. Dígale a sus estudiantes que dibujen una línea en sus hojas de datos conectando las posiciones de su luna de noche a noche. (Cada una de las cuatro lunas generará un patrón de "zigzag" diferente, a medida que los estudiantes conecten las X).
3. Haga que los estudiantes comparen sus datos con los de sus compañeros que observaron la misma luna. Deles tiempo para discutir cualquier diferencia en sus observaciones. Si es necesario, los estudiantes pueden regresar a las nueve fotos en su hoja de trabajo, para que puedan resolver desacuerdos. (Aunque un astrónomo no podría ver la misma noche de nuevo, podría seguir viendo las lunas en noches siguientes).
4. Pídale a los estudiantes que describan qué puede estar pasando que explique por qué sus lunas parecen cambiar de posición cada noche. [La luna está girando alrededor del planeta].
5. Haga un modelo de Júpiter y uno de sus lunas usando una pelota grande y una pequeña. Mientras mueve la pelota pequeña en un círculo vertical alrededor de la grande, muestre cómo podemos ver la luna en un círculo, u órbita, alrededor de Júpiter, si vemos el planeta desde arriba. Demuestre cómo, cuando son vistas de lado, la órbita de las lunas parece ir de un lado al otro de Júpiter. Por lo tanto, de lado, las lunas aparecen en posiciones diferentes en los lados del planeta, como aparecen en la hoja de trabajo.
6. Pregunte, "¿Cómo podríamos saber cuánto tiempo se necesita para que una luna vaya alrededor de Júpiter una vez?" Obtenga ideas de los estudiantes. Si necesitan ayuda visualizando el problema, pueden imaginar un carro yendo alrededor de una pista de carreras. Cuando el carro regresa
al sitio donde empezó, significa que ha ido alrededor de la pista una vez.
7. Pídale a los estudiantes que observaron la misma luna que trabajen juntos para determinar con sus datos cuánto tiempo le toma a su luna ir alrededor de Júpiter una vez. Pídales que cuenten los espacios entre las líneas para decir cuántos días han pasado desde la Noche 1.
8. Vaya de un grupo a otro para ayudar, si es necesario. Guíe a los estudiantes que están teniendo dificultades:
   a. Localiza la posición en que tu luna empezó en la Noche 1 (puedes colocar tu lápiz en la marca).
   b. Mira la página para hallar la noche cuando estaba casi en la misma posición.
   c. Dado a que un día pasa entre cada línea, puedes determinar el número de días que le tomó a tu luna en ir alrededor de Júpiter, contando los espacios entre las líneas.
9. Circule, ofreciendo sugerencias a los grupos, a medida que van trabajando. Es posible que los grupos que estén determinando el período orbital de Calisto necesiten ayuda, ya que esa luna no regresa a su posición de partida, sino que pasa al otro lado de Júpiter durante las nueve noches. Es posible que los estudiantes concluyan que a Calisto le toma 18 días en orbitar una vez. Pídales que cuenten el número de días entre la Noche 1 y la 9 [8 días]. ¿Cuántos días más pasarán antes que la luna regrese a su posición de partida? [8 días, para un total de 16 días].

© 1993 por The Regents of the University of California

DISCUTIENDO LOS RESULTADOS

1. Para cada una de las cuatro lunas, pídale a un estudiante que presente su hoja de datos y revele el número de días que le tomó a la luna de su grupo orbitar Júpiter. Acepte los resultados de todos los grupos, junto con cualquier discusión y explicaciones. Registre los resultados de los estudiantes con el nombre de cada una de las lunas en la pizarra:

IO	? DÍAS
EUROPA	? DÍAS
GANYMEDE	? DÍAS
CALISTO	? DÍAS

2. Los resultados de los estudiantes pueden variar, dependiendo de sus habilidades de observación y de registro de datos y del método que usaron para contar las noches. No es importante que los resultados de sus estudiantes sean exactamente iguales a aquellos de los científicos de hoy, siempre y cuando entiendan el método. Dígale a su clase que los astrónomos modernos han encontrado resultados parecidos a los de ellos: Io — aproximadamente 2 días; Europa — aproximadamente 4 días; Ganymede — aproximadamente 7 días; Calisto — aproximadamente 16 días.
3. Pregúntele a los estudiantes si notan una relación entre el tiempo que le toma a una luna orbitar Júpiter y la distancia entre el planeta y la luna. [Mientras más lejos esté la luna, más tiempo toma una órbita].
4. Pídale a los estudiantes que generen ideas sobre por qué el descubrimiento de Galileo sobre las lunas de Júpiter, hace casi cuatrocientos años, fue tan importante.
5. Explique que en los días de Galileo, la mayoría de la gente creía que el Sol, la Luna, los planetas y las estrellas giraban alrededor de la Tierra. Eso tiene sentido ya que no nos damos cuenta que la Tierra se está moviendo. Cincuenta años antes de Galileo, un astrónomo llamado Copérnico propuso que la Tierra y los otros planetas giraban alrededor del Sol; sólo la Luna giraba alrededor de la Tierra. ¿Cómo crees que Galileo habrá usado su descubrimiento de las lunas de Júpiter al comentar la teoría de Copérnico con otros científicos? [El trabajo de Galileo mostró que no todos los cuerpos celestes giraban alrededor de la Tierra. Aún más, el sistema de Júpiter y sus lunas se usó como modelo para el Sistema Solar. Las lunas van alrededor de Júpiter, al igual que los planetas van alrededor del Sol].

ACTIVIDADES ADICIONALES

1. Puede hacer cuatro transparencias de las hojas de datos para el proyector de acetatos (una para cada luna), y pedirle a cuatro estudiantes que tracen los datos de las cuatro lunas en ellas (usando lápices de colores diferentes, si es posible). Combine las imágenes como sigue: alinee las transparencias completadas. Haga dos agujeros en el lado de arriba, de tal manera que pueda usar broches para papeles para alinearlas fácilmente. Alinee sus cuatro transparencias, una a la vez, en el proyector de acetatos mientras los estudiantes observan. Haga preguntas sobre la gráfica combinada, tales como:
   - ¿Cómo se verán las lunas de Júpiter en las Noches 3, 4 y 5?
   - ¿En qué noche va Calisto de un lado de Júpiter al otro?
   - ¿En qué noche estarán la mayoría de las lunas en el lado izquierdo de Júpiter?
   - ¿En qué noche veremos dos lunas a cada lado de Júpiter?
2. Algunas revistas de astronomía tienen una gráfica mensual de las lunas de Júpiter que se parece mucho a la gráfica combinada de arriba. Muestre la gráfica de la revista a los estudiantes, y pregúnteles:

© 1993 por The Regents of the University of California

- ¿Cuántas noches están representadas en esta gráfica? (un mes, usualmente 30 o 31 noches)
- ¿Qué representa la columna del medio? (Júpiter)
- ¿Cuántas lunas están trazadas en la gráfica? (cuatro)
- ¿Cómo se verán las lunas en el día 15 (u otra fecha interesante) del mes?
- ¿Cómo están rotuladas las lunas en esta gráfica? (En las revistas generalmente las rotulan con números romanos). ¿Cuál luna corresponde a qué número? ¿Cuándo estará la luna III detrás de Júpiter?
- ¿Qué luna orbita Júpiter el mayor número de veces? ¿El menor número de veces?
- ¿Puedes encontrar la fecha en que tres de las lunas estarán en un lado de Júpiter? ¿En el otro lado?

3. Pídale a sus estudiates que lean más sobre la vida de Galileo, y el problema en que se metió por su defensa de la teoría de Copérnico. Se han escrito obras de teatro (en particular por Bertolt Brecht) e historias sobre su vida. Es posible que sus estudiantes deseen montar una obra de teatro sobre Galileo.
4. Organice una salida en una noche cuando Júpiter esté visible en el cielo nocturno. Usando binoculares o telescopios, los estudiantes podrán ver a Júpiter y algunas de sus cuatros lunas más grandes. Contacte a su club local de astronomía para ver si ellos pueden ayudar a sus estudiantes a tener una "fiesta de estrellas" cuando Júpiter sea visible.
5. Haciendo modelos de las fases de la luna: "Si vivieras en una plataforma flotante en la parte alta de la atmósfera de Júpiter y pudieras mirar el cielo nocturno, ¿cómo se verían sus lunas?" Imagínense ver salir la luna llena de Io a la vez que el creciente de Ganymede se empieza a poner. Para un "joviano", los satélites galileanos pasan por las mismas fases que nuestra propia Luna de la Tierra.

   En este libro se incluyen actividades sobre las fases de nuestra Luna. El modelo simple desarrollado en estas actividades para explicar el ciclo mensual de fases se puede aplicar al sistema más complejo de Júpiter.

Al adaptar el proceso de ese modelo, haga que los estudiantes trabajen en equipos de cinco. Un estudiante hace el papel de "Júpiter", mientras los otros cuatro estudiantes sostienen las lunas más grandes de Júpiter, una cada uno. El salón está oscuro y se debe encender una bombilla brillante para que represente el "Sol". Júpiter gira lentamente alrededor del Sol y se pueden observar las fases de las cuatro lunas. Los estudiantes que sostienen las cuatro lunas pueden moverse alrededor un poco más lejos en sus órbitas y detenerse para que Júpiter pueda girar de nuevo alrededor del Sol y los estudiantes vean cómo han cambiado las fases.

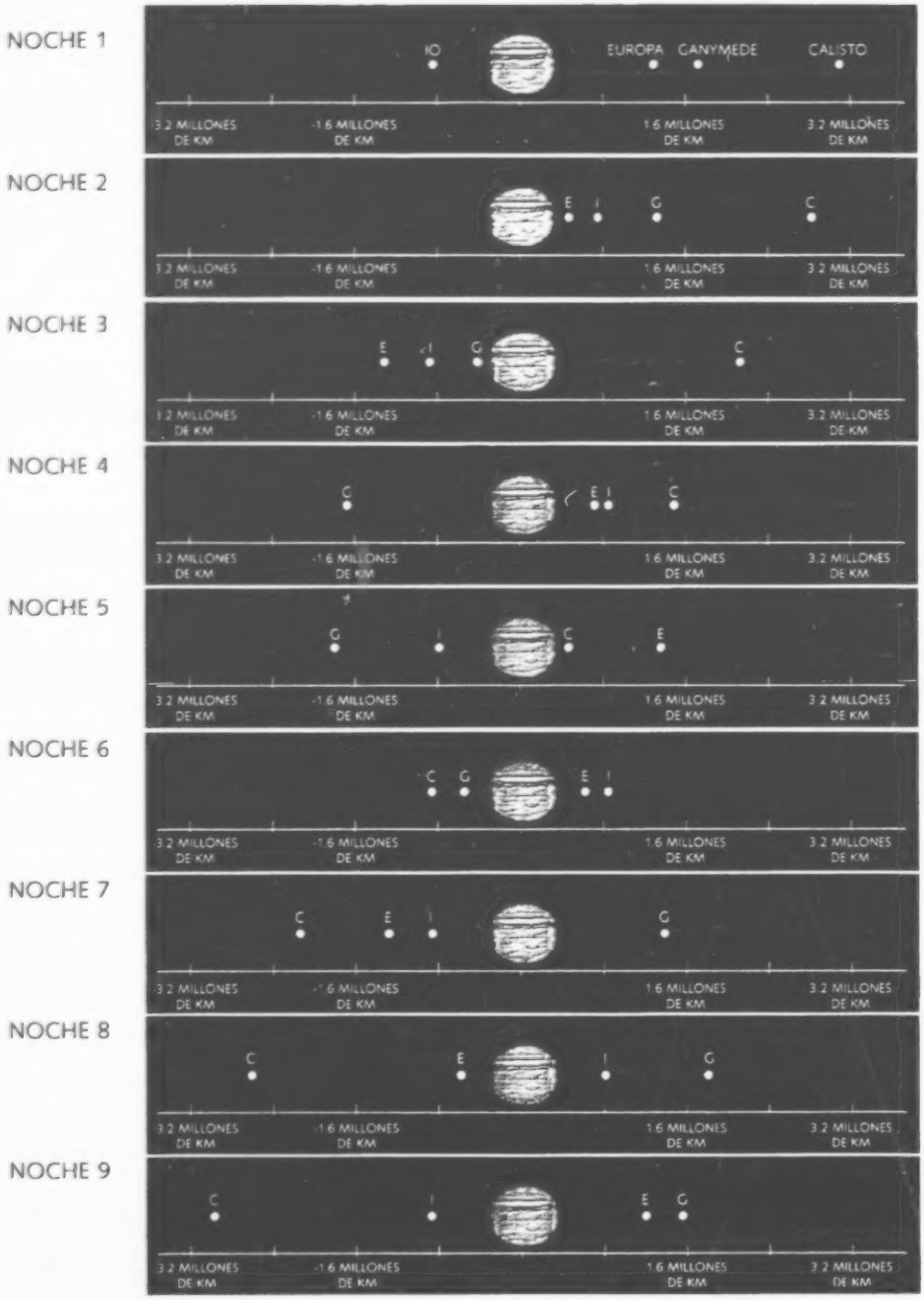
© 1993 por The Regents of the University of California

BEST COPY AVAILABLE

195

HOJA DE TRABAJO

SIGUIÉNDOLE EL RASTRO A LAS LUNAS DE JÚPITER



196

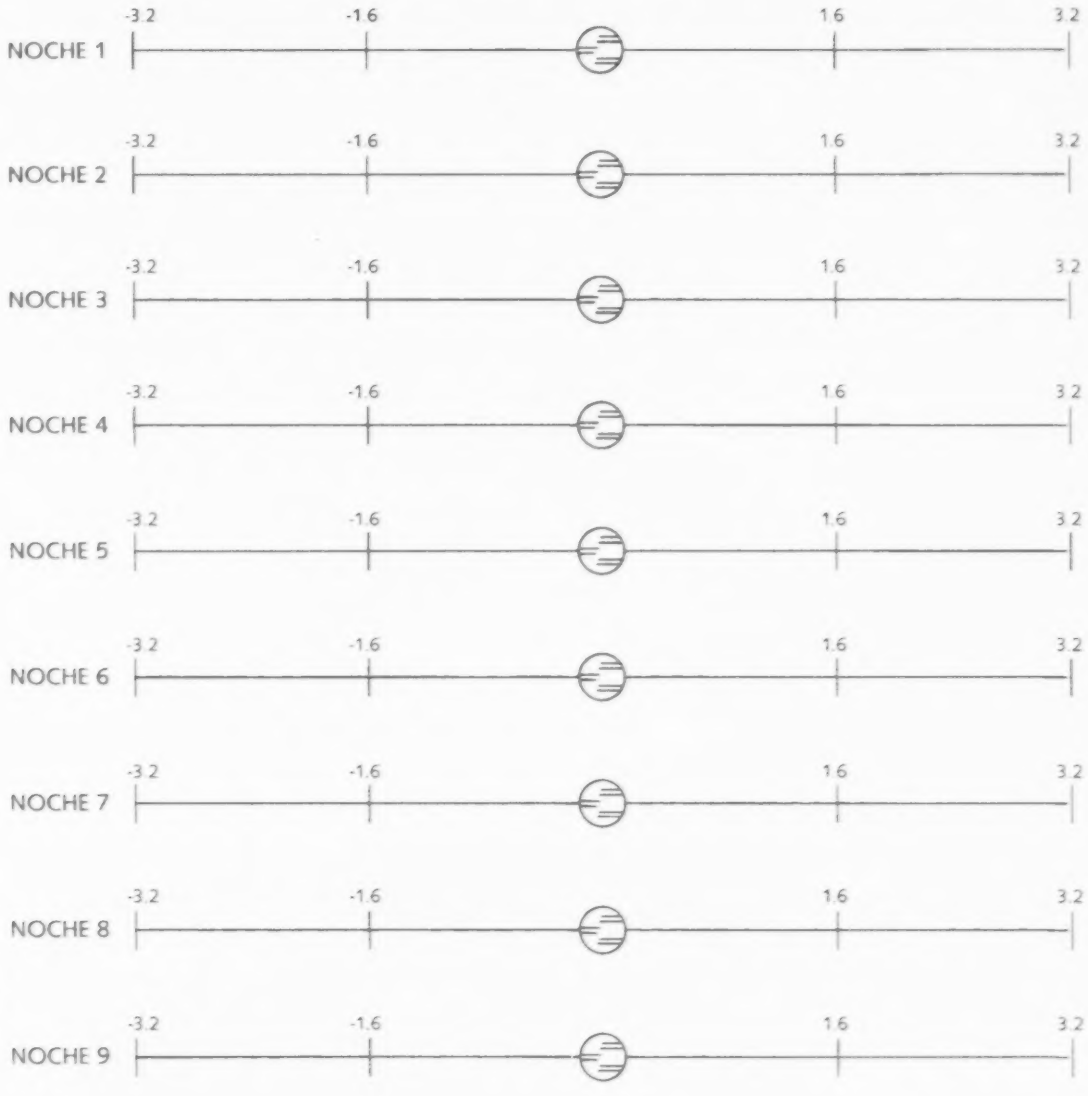
© 1993 por The Regents of the University of California

BEST COPY AVAILABLE

NOMBRE: _____ COLOR DE TU LUNA: _____

HOJA DE TRABAJO

SIGUIÉNDOLE EL RASTRO A LAS LUNAS DE JÚPITER



© 1993 por The Regents of the University of California

¡Acuérdate del huevo!

Actividad 3.9

Edades: 8-18

Fuente: Esta actividad fue desarrollada por Allan Meyer, del NASA Ames Research Center, y Mary Arnone, de Oak Knoll School en Menlo Park, California. Apareció por primera vez en el ejemplar de mayo/junio 1998 del ASTROgram, la página de noticias para los miembros del Project ASTRO. Es propiedad intelectual del Proyecto ASTRO, 1998, Astronomical Society of the Pacific. Se otorga el permiso de reproducción para cualquier propósito no comercial en salones de clase. Para otros usos, por favor contacte: Project ASTRO, ASP, 390 Ashton Ave., San Francisco, CA 94112, U.S.A.

¿De qué trata esta actividad?
Por lo general, cuando los estudiantes miran por primera vez a través de un telescopio, tienen dificultad en distinguir variaciones sutiles en la apariencia de los discos de los planetas. Esta actividad los ayudará a observar variaciones que no son aparentes inmediatamente, a través del reconocimiento de las características de la superficie de un huevo.

¿Qué harán los estudiantes?
Los estudiantes intentarán identificar con suficiente detalle las características de las superficies de huevos, de tal forma que un estudiante en otro grupo pueda "reconocer" un huevo particular basado en la descripción verbal.

Consejos y Sugerencias

- Para estudiantes más jóvenes, es posible que necesite mostrar ejemplos de superficies con las características que estamos buscando.
- El punto verde en cada huevo ayuda a los estudiantes a hacer sus descripciones más útiles para el grupo que intentará interpretarlas.
- Mientras mejor sea la luz bajo la cual los estudiantes examinen el huevo, más fácil será para ellos reconocer características sutiles.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Objetos astronómicos pueden tener variaciones sutiles	Observar	Diversidad y unidad
Distinguir objetos que son similares requiere paciencia	Clasificar	Patrones

¡ACUÉRDATE DEL HUEVO!

por Allan Meyer
NASA Ames Research Center

¿QUÉ CUERPO DEL SISTEMA SOLAR ES ESTE: MERCURIO? ¿UNA DE LAS LUNAS DE URANO? EN REALIDAD, ES UN HUEVO DURO (DIÁMETRO: 4 CM, DISTANCIA AL SOL:1.0 UA), VISTO DE CANTO E ILUMINADO DESDE UN LADO. NOTA LA "CADENA DE MONTAÑAS" ARRIBA, Y LOS "CERROS" Y EL "VALLE LINEAL" HACIA LA DERECHA.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de la gente tiene poca experiencia observando a través de un buen telescopio para aficionados o de un telescopio profesional. Sin embargo, muchas personas han visto las imágenes coloridas de los planetas, que muestran una enorme cantidad de detalles. Para muchos, la primera imagen de un planeta a través de un telescopio puede ser desilusionadora, ya que lo único que ven es una pequeña mancha blanca. En realidad, el ojo humano es un excelente detector de detalles sutiles de extremadamente bajo contraste, pero la mente del observador debe estar lista y dispuesta a percibir señales sensoriales de bajo nivel. Al igual que el escuchar sonidos muy débiles u oler diferencias entre vinos, el notar sutilezas visualmente requiere concentración, y algo de entrenamiento y práctica. Para proporcionar algo de tal entrenamiento, mi colaboradora en el Proyecto ASTRO, Mary Arnone, y yo hemos desarrollado la siguiente actividad.

MATERIALES

- 1 huevo duro para cada estudiante
- 1 cartón de huevos vacío para cada grupo
- Un hoja de trabajo para cada estudiante, para la identificación de los huevos
- Proyector, reflectores, o linternas
- Un marcador verde de punta fina

© 1998 Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

PROCEDIMIENTO

Parte 1

- Divida la clase en pequeños grupos de 4-5 estudiantes.
- Dé un huevo duro y una hoja de trabajo (vea la página siguiente) a cada estudiante.
- Pida a los estudiantes que tomen un momento para inspeccionar sus huevos con cuidado y que busquen características distintivas en sus lados o en los extremos que puedan dibujar en sus hojas de trabajo.
- Informe a los estudiantes que el objetivo es encontrar características en sus huevos (que deberán anotar en sus hojas de trabajo) de tal manera que otra persona pueda identificar el huevo con el dibujo correspondiente y determinar el "dueño" del huevo original. El dibujo de las características debe de ser realizado con la máxima precisión posible, y debe ilustrar su tamaño, forma, y la localización en el huevo.
- Como se muestra en la figura, es posible que usted quiera poner un punto verde (o de otro color) con el marcador en un lado de cada huevo, de tal forma que las "caras" del huevo puedan ser especificadas en relación al lugar donde se encuentra el punto.
- Proporcione fuentes de luz brillante para ayudar a descubrir características sutiles, como protuberancias*, valles, grietas, manchas, cuarteaduras.
- Haga que los estudiantes marquen características sutiles y distintivas en el lugar apropiado en sus hojas de trabajo y que pongan sus nombres en sus hojas de trabajo.

***Nota interesante:** ¡Si el huevo fuera tan grande como la Tierra, una de esas pequeñas protuberancias sería diez veces más alta que el Everest!

Parte 2:

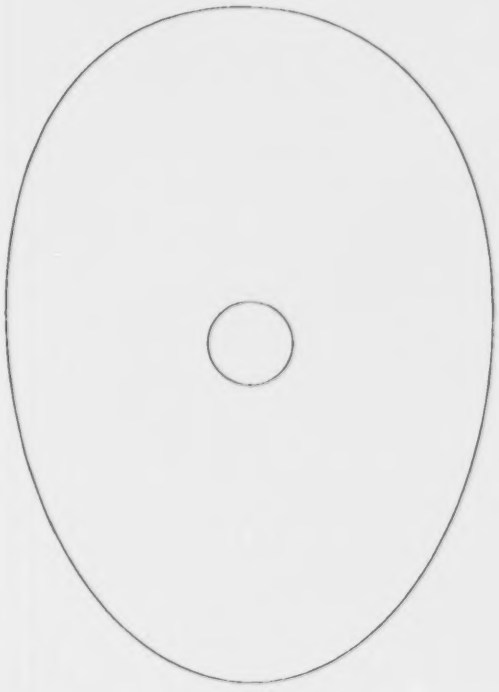
- Cuando los grupos hayan terminado, recoja los dibujos y coloque los huevos en el cartón.
- Pase los dibujos y los huevos de un grupo a otro.
- Los grupos intentarán relacionar los dibujos con los huevos que han recibido.
- Una vez que los estudiantes crean que han determinado cuáles dibujos representan cuáles huevos, deberán escribir los nombres que están en los dibujos en el "contenedor" de cada huevo o cerca de él, colocando el huevo en el compartimiento correspondiente.
- Regrese los cartones con la identificación propuesta a los grupos originales para que lo verifiquen.

Para concluir, yo revisaría la motivación de este ejercicio: practicar destrezas observacionales a través de la observación cuidadosa de un objeto que la mayoría de las personas piensa que tiene una superficie lisa y sin características. Espero que este ejercicio ayude a desarrollar las mismas destrezas que se usan para la observación a través de un telescopio. He dicho a los estudiantes que cuando les llegara el momento de observar a través de un telescopio, esperaría que se dijeran ¡acuérdate del huevo!

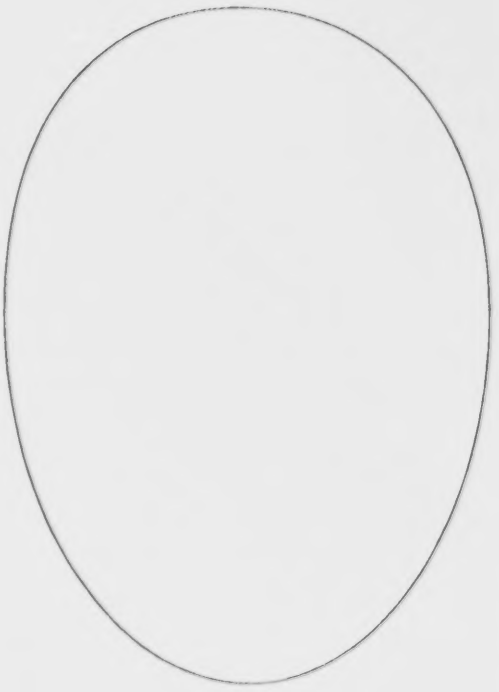
© 1998 Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

ASTRÓNOMO: _____

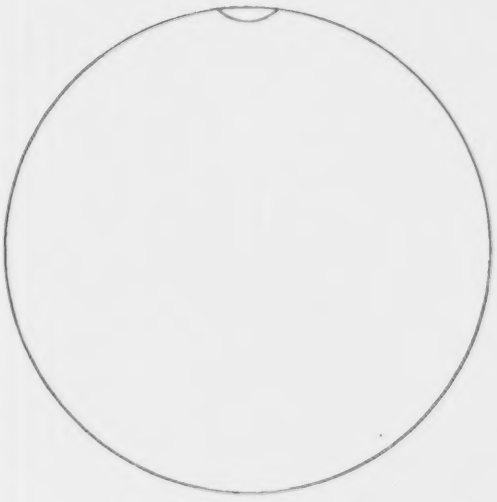
FECHA: _____



CARA CON PUNTO VERDE



CARA OPUESTA



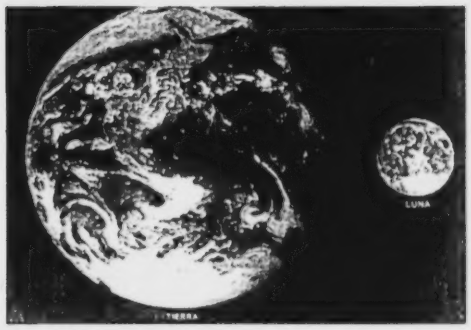
EXTREMO "PUNTIAGUDO"

EXTREMO "ANCHO"

© 1998 Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

Sección 4

Escala del Sistema Solar



INFORMACIÓN DE FONDO: ESCALA DEL SISTEMA SOLAR

Un gran problema con la astronomía es que las experiencias de la vida diaria no nos preparan para entender las distancias y los tamaños de planetas, estrellas, galaxias y el Universo como un todo. Si tratamos de hablar acerca de estos, los números rápidamente pasan a ser, verdaderamente, "astronómicos". La solución es tratar de relacionar los números astronómicos con nuestras experiencias, pasando de distancias y tamaños familiares a distancias y tamaños más grandes. De esta manera, es posible poner la astronomía en una escala que podemos entender.

¿Cuán grande es la Tierra? Si usted diera una vuelta alrededor de la Tierra a lo largo del ecuador, viajaría 40,000 kilómetros. ¿Pero qué significa esto? ¿Cuánto son 40,000 km? Norteamérica a la altura de los EEUU mide 4,000 km de ancho. Atravesar este país en auto (por ejemplo, de Nueva York a Los Angeles), tomaría tal vez cuatro o cinco largos días de viaje, sin parar salvo para comer y dormir. La mayoría de la gente lo consideraría un viaje agotador. ¿Cuán grande es la Tierra? ¡Se podrían extender diez EEUU a lo largo del ecuador de la Tierra! ¡Imagine 40 o 50 días conduciendo (al límite de velocidad) para dar la vuelta a la Tierra una sola vez! Esto da una idea del tamaño de la Tierra.

¿Qué tal la distancia de la Tierra al Sol? Son 150 millones de km, pero ¿qué significa esto? ¿Cuán grande es un millón? Probablemente, lo más rápido que nos hemos movido la mayoría de nosotros ha sido cuando hemos viajado en avión. Un jumbo 747 vuela a unos 1,000 km por hora, y emplea unas pocas horas en viajar a través de Norteamérica. Si pudiésemos llevar nuestro 747 al Sol (no podemos hacerlo porque no hay atmósfera en el espacio), ¿cuánto tiempo nos tomaría llegar? ¿Unos pocos días? ¿Unos pocos meses, un año? ¡En realidad nos tomaría 17 años viajar de la Tierra hasta el Sol en un 747! Y eso que esta es una distancia relativamente pequeña en el Sistema Solar.

A medida que nos alejamos de la Tierra, las distancias rápidamente pasan a ser tan grandes que incluso una escala relativa como la que mencionamos anteriormente requiere números inconcebibles. Por eso los astrónomos usan una manera abreviada para referirse a estas distancias, que involucra la velocidad más grande posible, la velocidad de la luz. La luz se mueve a través del espacio a una velocidad de 300,000 kilómetros por segundo. ¿Ha visto alguna vez a alguien cortando leña en la distancia? Usted ve el hacha golpear la madera, pero pasa un intervalo de tiempo antes de que escuche el sonido. Esto se debe a que la velocidad de la luz es más rápida que la velocidad del sonido. ¿Recuerda cuán grande es la Tierra? ¡Pues bien, la luz le puede dar 7 vueltas y 1/2 a la Tierra en un segundo!

La luz emplea un segundo y medio en ir de la Tierra a la Luna, una distancia de cerca de 400,000 km. Algunos de ustedes son los suficientemente mayores para haber visto por televisión los descensos en la Luna y recordarán que había un retraso en las

comunicaciones entre el centro de control y los astronautas caminando en la Luna. Este retraso se debe al tiempo que tardaban las señales de radio, moviéndose a la velocidad de la luz, en ir y volver de la Tierra a la Luna. La luz tarda cerca de ocho minutos en viajar de la Tierra al Sol, la misma distancia que le tomaba 17 años a nuestro 747. Si el Sol se apagara repentinamente, no nos enteraríamos hasta que hubieran pasado ocho minutos.

Así pues, los astrónomos hablan de distancia en términos de cuánto tiempo emplearía la luz en recorrerla. Algo parecido hacemos en nuestra vida diaria. Si alguien le pregunta la distancia entre dos ciudades, usted puede responder, "un día de coche". Usted está usando una unidad normalmente asociada con el tiempo para referirse a la distancia. De la misma manera, podemos decir que el Sol está a ocho minutos-luz de la Tierra. Plutón está a cinco horas-luz, debido a que la luz emplea cinco horas en viajar de Plutón a la Tierra. Un año-luz es la distancia que recorre la luz en un año, moviéndose a 300,000 km/s. Corresponde aproximadamente a 9 trillones de km, un número inimaginablemente grande. Una cuerda que midiera un año-luz de longitud daría 236 millones de vueltas a la Tierra alrededor del ecuador.

Cuando salimos del Sistema Solar, las distancias involucradas se vuelven verdaderamente astronómicas. ¡La estrella más cercana a la Tierra (además del Sol), llamada Proxima Centauri, está a algo más de cuatro años-luz! Poniendo esto en otro contexto, si el Sol fuera un pomelo en Rio de Janeiro (Brasil), Proxima Centauri sería una cereza en Quito (Ecuador). La Tierra sería más pequeña que la cabeza de un alfiler (1.3 mm de diámetro) y estaría a 15 m del pomelo que es el Sol. El centro de nuestra Galaxia está a 27,000 años de luz de nosotros. La más cercana de las grandes galaxias, llamada M31, está a dos millones de años-luz de distancia. (¡Para dar la distancia a M31 en km, tendríamos que escribir el número 12 seguido de 18 ceros! Muy poco práctico).

Anteriormente hemos hablado de lo grande que parece ser la Tierra en términos de nuestra experiencia diaria. Sin embargo, en un contexto astronómico, la Tierra es muy pequeña, aun dentro del Sistema Solar. Por ejemplo dentro de Júpiter, el planeta más grande, cabrían 1,000 Tierras. Y dentro del Sol cabrían 1,000 Júpiteres. Los planetas son muy pequeños comparados con las estrellas. ¡Se necesitarían un millón de Tierras para llenar el Sol! Pero el Sol es una estrella pequeña. La estrella gigante Betelgeuse (en el hombro de la constelación de Orión, el cazador) es tan grande, que dentro de ella cabrían un millón de soles!

Una consecuencia de las inmensas distancias entre objetos en el Universo, es que cuánto más lejos miremos, más hacia el pasado estaremos viendo. "Ver" un objeto significa que su luz ha entrado en nuestro ojo. Cuando vemos un objeto lejano en el Universo (por ejemplo, una galaxia situada a 100 millones de años-luz) significa que su luz ha estado viajando durante mucho tiempo hasta llegar a nuestro ojo (100 millones de años, para ser precisos). Esto significa que estamos "viendo" el objeto como era cuando produjo la luz, hace 100 millones de años. Esencialmente, cuando miramos el Universo, estamos mirando hacia el pasado. Incluso la luz de nuestra estrella vecina, Alpha Centauri, emplea aproximadamente cuatro años en llegar a nosotros. Así, cuando miramos esa estrella, la estamos viendo como era hace cuatro años. Si algo inusual pasara en la superficie de Alpha Centauri en este momento, ¡no lo sabríamos hasta dentro de cuatro años!

Esto puede parecer frustrante: la astronomía es un poco como la historia antigua. Pero lo que parece un obstáculo es realmente una bendición. Cuando vemos objetos lejanos (y por lo tanto miramos hacia atrás en el tiempo), podemos comenzar a reconstruir la historia de nuestro Universo para tratar de entender como su evolución ha hecho posible la existencia de criaturas como nosotros.

Nota: Este artículo está basado en una charla dado por Jeff Golstein, del Museo del Aire y el Espacio, en la reunión de anual de la ASP en 1993.

Un modelo tridimensional de la Tierra y la Luna

Actividad 4.1

Edades: 10-14 años

Fuente: Por David Abbott, Nederland Elementary School, Boulder, Colorado. Reimpreso con permiso.

¿De qué trata esta actividad?
Otra manera de demostrar la escala de nuestro Sistema Solar, es poner a los estudiantes a construir modelos de barro. Esta actividad fue escogida porque incorpora el concepto de volumen y tiene hechos suplementarios interesantes, incluyendo la manera en que los científicos miden la distancia Tierra-Luna.

¿Qué harán los estudiantes?
Los estudiantes crearán 50 bolas de barro y usarán una para representar la Luna. Después combinarán las restantes para representar la Tierra. Usarán estas bolas (que tienen la escala apropiada) para hacer un modelo de la distancia Tierra-Luna.

Consejos y sugerencias

- Pídale a los estudiantes que experimenten pesando la bola grande (la Tierra) y pequeña (la Luna) y calculen el cociente de sus masas. Después haga preguntas sobre cuánto pesaría la Tierra si tuviera materiales más pesados que el barro. (Tendría una masa mayor para el mismo tamaño o una densidad mayor). El centro de la Tierra está hecho de hierro y níquel, que son mucho más pesados que los materiales en la corteza de nuestro planeta. Esta es la razón por la cual la masa total de nuestro planeta es aproximada mente 80 veces la de la Luna.
- Pídale a los estudiantes que trabajen en grupos o con toda la clase para hacer las bolas de barro.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Diámetro	Hacer modelos	Estructura de escala
Volumen	Medir	Materia
Masa	Comparar	Modelos y simulaciones
Densidad		

UN MODELO TRIDIMENSIONAL DE LA TIERRA Y LA LUNA

de David Abbott
Nederland Elementary School,
Boulder, Colorado

OBJETIVOS

- Permitirle a los estudiantes experimentar la escala en nuestro Universo.
- Proveer información sobre la Luna.
- Usar conceptos de geometría, incluyendo razón, volumen y diámetro.

INTRODUCCIÓN

Pregúntele a los estudiantes, "Si yo pudiera alcanzar y agarrar la Luna y ponerla aquí en la Tierra, ¿cuán grande sería? ¿Tan grande como la escuela, la ciudad, el país, la Tierra?

PARTE I

Divida sus estudiantes en grupos (3 o 4). Dele a cada grupo de estudiantes una bola grande de barro o plastilina; cada bola debe ser de un tamaño diferente. Pídales que la dividan en 50 bolas iguales (para estudiantes menores, este es un problema matemático interesante de por sí). Pídales que escojan una bola que tenga un tamaño promedio y que combinen los otros 49 pedazos en una bola grande. Esta es una réplica a escala de la Luna (la pieza pequeña) y la Tierra (los 49 pedazos combinados). Note que cada grupo tiene un tamaño diferente de Tierra y Luna; es la escala la que es la misma para todos, incluyendo la Tierra y la Luna reales.

Comience una tabla y escriba las respuestas comparando la Tierra con la Luna

PROPIEDAD	TIERRA	LUNA
VOLUMEN	49	1

Los estudiantes reconocerán que se necesitan 49 Lunas para llenar 1 Tierra; acabamos de mostrarlo. Así mismo, si la Tierra y Luna estuviesen hechas del mismo material, el cociente de sus masas sería 49. (De hecho, el material de la Luna es similar al de la corteza de baja densidad de la Tierra, así que la Tierra tiene aproximadamente 80 veces la masa de la Luna).

PARTE II

Pídale a sus estudiantes que predigan el cociente del diámetro de la Tierra con el de la Luna. Pídales que midan sus diámetros para hallar la respuesta. Una forma de hacerlo es insertando un palillo de dientes a través del centro de la bola de barro y después medir su largo con una regla. Anote las respuestas para cada grupo. Divida el diámetro de la Tierra por el de la Luna. Las respuestas deben ser cercanas a 3.7 (las calculadoras pueden ser útiles). Discuta por qué las respuestas de todos deben ser iguales (el mismo cociente), pero todas las medidas son diferentes. Añada esto a la tabla:

DIÁMETRO	3.7	1

La Tierra tiene un diámetro de 12,734 km y el diámetro de la Luna es de 4,476 km. La Luna es casi del mismo tamaño que los Estados Unidos o Brazil. Discuta con los estudiantes por qué los diámetros no tienen un cociente de 49 a 1. El volumen va como el cubo del diámetro.

PARTE III

Pídale a los estudiantes que predigan cuán lejos debe estar la Tierra de la Luna en su modelo a escala (si la Tierra y la Luna realmente fueran del tamaño de sus bolas, ¿cuán lejos estaría la una de la otra? En este contexto puede ser útil pensar en la causa de los eclipses). Motívelos a que pongan su Luna al lado de la Tierra y traten de visualizar cuán lejos debe estar la una de la otra. Cada grupo debe llegar a un consenso, colocar su conjunto Tierra/Luna a la distancia apropiada y medir la separación con una regla. Anote todas las respuestas debajo de sus medidas de los diámetros. Note que cada grupo tendrá una respuesta correcta diferente, porque cada uno tiene una Tierra de tamaño diferente.
La respuesta correcta es que la separación de Tierra/Luna es exactamente 30 veces el diámetro de la Tierra. Pídale a los estudiantes que calculen cuán cercana estuvo su predicción de la distancia correcta. Usualmente, los estudiantes se sorprenden al saber cuán lejos están la Tierra y la Luna en sus modelos. Pregúnteles cuál es el próximo objeto más cercano a la Tierra en el espacio. La respuesta es Venus, que a la distancia más cercana de la Tierra en su órbita esta a 41 millones de km. ¡Esto son 3,000 diámetros de la Tierra! Cien veces más lejos que la Luna.

MORALEJA

El espacio es muy grande. Aun nuestros vecinos más cercanos en el Universo están a grandes distancias. En nuestro vecindario espacial, en el Sistema Solar, el espacio entre los planetas es principalmente vacío. (Por supuesto, hay partículas de polvo y rocas distribuidas a través del espacio entre los planetas, pero el espacio sigue siendo un mejor vacío que cualquiera que podamos crear en la Tierra).

HECHOS ADICIONALES

Un científico de la Universidad de Colorado (Jim Faller) y sus colaboradores midieron la distancia de la Tierra a la Luna con una exactitud de 1 cm. Consiguieron que los astronautas del Apollo colocaran un espejo en la Luna que reflejara la luz de un rayo láser para que pudieran medir el tiempo que la luz tarda en ir y volver de la Tierra a la Luna (aproximadamente 1.5 segundos). Usando la velocidad de la luz, calcularon la distancia a la Luna con una exactitud de una parte en 100 millones.

En el otro extremo, note que la Estación Espacial orbita solamente a 300 km sobre la Tierra, lo cual es casi 1/4 del diámetro de la Tierra. Aun los satélites geosíncronos están a sólo 3 diámetros de la Tierra.

HECHOS SOBRE LA LUNA

- Al igual que el resto del Sistema Solar, la Luna tiene aproximadamente 4,500 millones de años. La mayoría de los cráter[illegible]currieron en los primeros mil millones de años de su vida, cuando abundaban los restos de material no usado en la formación de los planetas.
- El mismo lado de la Luna siempre mira hacia la Tierra. (La rotación de la Luna está sincronizada con su revolución alrededor de la Tierra). Esto ocurre porque la Luna no es perfectamente esférica y la fuerza gravitacional de la Tierra jala la Luna, hasta que su lado más pesado mira hacia nuestro planeta.
- Debido a la fricción de las mareas, la Luna esta disminuyendo su velocidad de revolución y se aleja gradualmente de la Tierra. En los comienzos de la Tierra, el tamaño aparente de la Luna en el cielo era 3 veces más que hoy, ya que estaba más cerca a la Tierra.
- Los "mares" de la Luna son rocas lisas y de color oscuro, que provienen de flujos volcánicos ocurridos en la antigüedad de la Luna. La mayoría de los cráteres ocurrieron después de la formación de estos mares.
- La Luna no tiene atmósfera, debido a su débil gravedad (recuerde que la Luna tiene una masa 80 veces menor que la Tierra). La mayoría de los gases escapan la gravedad de Luna y se pierden en el espacio.
- Sin aire para modular temperaturas, la superficie de la Luna está aproximadamente a 94° C en sus dos semanas de día y –150° C en sus dos semanas de noche. Esto, a pesar del hecho que el calor solar es el mismo en la Tierra que en la Luna, porque estamos a la misma distancia del Sol.
- Sin atmósfera no hay erosión. La superficie de la Luna es casi igual hoy a como era hace tres mil millones de años. (Compara con la de la Tierra). Las huellas de los astronautas en la superficie de la Luna permanecen intactas.
- El origen de la Luna es controvertido. Actualmente, la teoría favorecida es que al principio de la historia de la Tierra un objeto casi del tamaño de Marte chocó con nuestro planeta. El material generado por esta colisión se unió en órbita para formar la Luna. Esta idea puede explicar por qué la composición de la Luna se asemeja a la de la corteza de la Tierra.

MODELO DEL SISTEMA SOLAR USANDO PAPEL HIGIÉNICO

ACTIVIDAD 4.2

EDADES: 11-14

Fuente: Reimpreso con el permiso de *Project Pulsar, St. Louis Science Center*, 5050 Oakland Avenue, St. Louis, MO 63110, U.S.A. La publicación está agotada.

¿De qué trata esta actividad?
Esta es una actividad maravillosamente simple para demostrarle a los estudiantes de todas las edades cuán grande es realmente el Universo. Los estudiantes disfrutarán la oportunidad de estar fuera del salón de clases y de usar objetos comunes para representar los planetas. Esta actividad es una excelente introducción al estudio de astronomía en general y el Sistema Solar en particular. Tiene una fuerte componente de aprendizaje cooperativo.

¿Qué harán los estudiantes?
Usando cuadrados de papel higiénico como medida de unidad estándar de 1.6 millones de km, los estudiantes crearán un modelo a escala de nuestro Sistema Solar. La actividad se puede usar para demostrar las distancias entre los planetas para niños pequeños y puede extenderse fácilmente para estudiantes mayores al incluir los tamaños relativos de los planetas y el tiempo que la toma a la luz viajar entre ellos. Permita que los estudiantes traigan objetos de la casa para representar los planetas.

Consejos y sugerencias

- Reserve de dos a tres horas para hacer todo el Sistema Solar, y acepte que algunos estudiantes se van a distraer mientras están afuera. Note que si usa 1 cuadrado de papel por cada 1.6 millones de kilómetros (como se sugiere aquí), necesitará alrededor de 400 metros para cubrir la distancia entre el Sol y Plutón. Necesitará ocho rollos de papel higiénico de 500 hojas cada uno para llegar a Plutón. Coloque una luz cerca del Sol para poder verlo desde lejos.
- Puede comenzar esta actividad haciendo que los estudiantes predigan dónde estarían los planetas en la escuela, basándose en el tamaño relativo del Sol. Si la escala es 1 cuadrado de papel higiénico por cada 1.6 millones de kilómetros, el Sol de 1,400,000 kilómetros de diámetro será una bola un poco más pequeña que un cuadrado de papel higiénico. Puede hacer seguimiento con actividades de matemática (hacer gráficas de distancias contra el tiempo que le toma viajar a un rayo de luz), escritura (describir cómo se siente el "espacio" cuando uno se para en Plutón mirando hacia la toronja que representa el Sol).
- Usar papel higiénico afuera en un día con viento puede ser un problema. En este caso, pídale a los estudiantes que caminen las distancias y las marquen con tiza.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Distancia relativa entre los planetas y sus tamaños	Hacer modelos	Modelos y simulaciones
	Medir	Escala
	Ordenar	

4.2, Modelo del Sistema Solar usando papel higiénico

MODELO DEL SISTEMA SOLAR USANDO PAPEL HIGIÉNICO

MATERIALES

- Tarjetas índices (o tarjetas de archivado)
- 8 rollos de 500 hojas de papel higiénico

LA ACTIVIDAD

Asegúrese que sus estudiantes entienden el concepto de modelos a escala. Pregúntele a los estudiantes por qué es necesario poner las cosas a escala cuando se discute distancia y tamaño en astronomía. En este modelo, el papel higiénico representa un "metro celeste" imaginario; cada cuadrado del papel higiénico representará un millón seiscientos mil (1,600,000) kilómetros.

La tabla en la siguiente página da el promedio de las distancias entre los planetas y el Sol. NOTA: El número de cuadrados de papel higiénico que se lista junto a cada planeta es la distancia al Sol, no la distancia al planeta que le precede. La lista también dice cuán grande deberá ser cada planeta en la escala.

Escriba los nombres de los planetas y el Sol en las tarjetas índices y coloque pequeños círculos de papel representando el tamaño de cada planeta en la tarjeta. Divida la clase en grupos y pídale a cada grupo que cuente los cuadrados de papel higiénico que se necesitan para llegar a cada planeta. Seleccione un estudiante de cada grupo para que represente cada planeta. A medida que se crea el modelo, pídales que se paren en el lugar apropiado con la tarjeta del planeta.

Es posible que en su escuela no haya suficiente espacio abierto (o suficiente papel higiénico) para hacer esta actividad de la manera indicada aquí. En ese caso, puede cambiar la escala para que un cuadrado de papel higiénico represente 16 millones de kilómetros, reduciendo las distancias (y los cuadrados de papel higiénico que se necesitan) por un factor de 10. En esta nueva escala, Plutón está a sólo 37 metros del Sol. (Note que con esta escala, los diámetros de los planetas también serán 10 veces más pequeños y por lo tanto, difíciles de ver).

Vea la tabla en la siguiente página.

Esta actividad viene del Project Pulsar, en el St. Louis Center. *Originalmente fue desarrollada por el fallecido Gerald L. Mallon, director del planetario en Methacton School District de Frairview Village Pennsylvania, en 1979 y adaptada del libro* The Astronomy of One Constellation, Kendall/Hunt Publishing Company, *Dubuque, Iowa, 1976.*

PLANETA	DISTANCIA DESDE EL SOL	DISTANCIA NECESARIA	DIÁMETRO DEL PLANETA
MERCURIO	36 hojas de papel	3.6 metros	agujero hecho por una grapa
VENUS	57	5.7 metros	casi el ancho de un sujetapapeles
TIERRA	93	9.3 metros	ancho de un sujetapapeles
MARTE	141	14.1 metros	1/2 del ancho de un sujetapapeles
JÚPITER	483	48.3 metros	un poco más que el grueso de un lapiz
SATURNO	886	88.6 metros (un campo de fútbol)	grueso de un lápiz
URANO	1,783	178.3 metros (dos campos de fútbol)	tamaño del agujero para el cordón de un zapato tenis
NEPTUNO	2,793	279.3 metros (tres campos de fútbol)	tamaño del agujero para el cordón de un zapato tenis
PLUTÓN	3,675	367.5 metros (cuatro campos de fútbol)	ancho de una grapa pequeña

El modelo de los mil metros (o la Tierra como un grano de pimienta)

Actividad 4.3

Edades: Todas

Fuente: Por Guy Ottewell. Derechos reservados © 1989 por Guy Ottewell, Astronomical Workshop, Furman University, Greenville, SC 29613, U.S.A.

¿De qué trata esta actividad?

A simple vista, esta actividad es similar a la *Actividad 4.2, Modelo del Sistema Solar usando papel higiénico.* "El modelo de los mil metros" es una actividad para participar en un recorrido dirigido por el maestro. Lo que realmente se destaca es la maravillosa narrativa y la motivación de Ottewell de buscar relaciones entre los planetas y sus características únicas, mientras procede el recorrido. Esta es una actividad sobresaliente para maestros nuevos en astronomía. Dependiendo de los hechos que se incluyan, este recorrido se puede hacer para cualquier edad.

¿Qué harán los estudiantes?

Usando objetos comunes (cabezas de alfileres, comida y bolas de varios tamaños), los estudiantes ayudarán a crear un modelo del Sistema Solar con los tamaños y las distancias a la escala correcta. El recorrido del Sistema Solar se hace caminando las distancias aproximadas entre los planetas.

Consejos y sugerencias

- Las distancias que se usan aquí no son tan precisas como aquellas en la otra actividad que mencionamos anteriormente, ya que el tamaño de los pasos de los estudiantes y maestros cambia de persona a persona.
- Esta actividad sirve como una introducción a los planetas, relacionando su posición alrededor del Sol con algunas de sus características como la temperatura, el tamaño, el número de lunas y su composición.
- Para los estudiantes más pequeños, el espacio entre los planetas será, probablemente, el concepto más impactante. Considere el usar imágenes grandes, a colores, de los planetas, además de los objetos a escala.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Tamaño y separación de los planetas	Comparar	Escala
	Describir	Estructura
	Medir	Modelos y simulaciones
	Inferir	

EL MODELO DE LOS MIL METROS (O LA TIERRA COMO UN GRANO DE PIMIENTA)

¿Puede imaginarse el tamaño del Sistema Solar? Probablemente no, ya que es de un orden tan asombroso que es difícil de comprender o demostrar.

Es posible que haya visto un diagrama del Sol y los planetas en un libro. O tal vez haya visto un modelo giratorio del tipo orrery (llamado así porque el primero se construyó para un Conde de Orrery en 1715). Pero aun los más grandes de estos modelos — como aquellos que cubren los techos del Planetario Hayden en New York y el Planetario Morehead en Chapel Hill — son muy pequeños. Estos modelos generalmente omiten los tres planetas más exteriores, y no muestran las distancias correctas.

La verdad es que los planetas son sumamente pequeños y las distancias entre ellos son extraordinariamente grandes. Para hacer cualquier representación a escala de los tamaños y las distancias de los planetas, debemos salir al patio.

Al siguiente ejercicio se le puede llamar un Modelo, una Caminata, o una Experiencia. Lo he hecho más de veinte veces, con grupos de varias edades (en una ocasión lo pasaron en televisión) o solamente con un amigo; otras personas, tales como maestros de escuelas primarias, lo han llevado a cabo usando estas instrucciones. Ya que es simple, pudiera parecer que es apropiado solamente para niños. De hecho, puede hacerse con niños desde la edad de siete años. Sin embargo, también se puede hacer con una clase que consista de profesores de astronomía. No los aburrirá. Descubrirán que lo que creían que sabían, ahora lo comprenden. En el otro extremo, los estudiantes más incontrolables de escuela superior o los estudiantes universitarios más cínicos, siempre le dedican su atención total después de los primeros pasos.

Usted también se puede beneficiar de tomar la caminata por los planetas. El leer la siguiente descripción no es un sustituto; debe salir afuera y dar los pasos y ver las distancias, para que se produzca el asombro.

Primero, reuna los objetos que necesitará. Estos son:

SOL	–	cualquier esfera de 20 cm de diámetro
MERCURIO	–	una cabeza de alfiler, .08 cm de diámetro
VENUS	–	un grano de pimienta, 0.20 cm de diámetro
TIERRA	–	un segundo grano de pimienta
MARTE	–	una segunda cabeza de alfiler
JÚPITER	–	una castaña, grosella o una canica grande, 2.3 cm de diámetro
SATURNO	–	una avellana o bellota, 1.8 cm de diámetro
URANO	–	un cacahuate o café en grano, .8 cm de diámetro
NEPTUNO	–	un segundo cacahuate o café en grano
PLUTÓN	–	una tercera cabeza de alfiler (más pequeño, si es posible, ya que Plutón es el planeta más pequeño)

Tal vez crea que es más fácil buscar piedritas de los tamaños correctos. Sin embargo, la ventaja de objetos distintos, tales como los cacahuates, es que sus apariencias distintas permiten distinguir entre ellos. No importa que el cacahuate no sea exactamente .8 cm de largo y que no sea esférico.

© 1989 por Guy Ottewell

Una pelota estándar de boliche mide casi exactamente 20 cm de diámetro, y sirve como Sol, así que no pude resistir el ponerla en la escena. Pero puede que no sea fácil de conseguir y ciertamente no es fácil de cargar. Hay suficiente bolas inflables que son bastante cercanas a ese tamaño.

Los tres alfileres se deben clavar en tarjetas. De lo contrario sus cabezas serán virtualmente invisibles. Si lo desea, puede fijar los otros planetas en tarjetas rotuladas.

Comience esparciendo los objetos en una mesa y colocándolos en una fila. Este es el momento de recordarle a todos del número de los planetas (9) y su orden (MVTMJSUNP).

La primera sorpresa es el contraste entre el enorme Sol redondo y los planetas diminutos. Note la diferencia entre leer y ver; si no fuera por los objetos, los números tales como "20 cm" y "0.2 cm" no crearían mayor impresión. Mire el segundo grano de pimienta — nuestra "enorme" Tierra — al lado del verdaderamente enorme Sol.

Luego de obtener los objetos con los cuales se hará el modelo, lo siguiente será preguntarse: "¿Cuánto espacio necesitaremos para hacerlo?"

Los niños pensarán que la mesa o una parte de la misma será suficiente. Los adultos piensan en términos del salón, o una parte de él, o tal vez el pasillo afuera.

Para llegar a la respuesta, tenemos que introducir la escala. Este grano de pimienta es la Tierra en que vivimos.

¡La Tierra mide casi trece mil kilómetros de diámetro! El grano de pimienta mide 2 mm de diámetro. ¿Qué tal el Sol? Mide 1,300,000 km de diámetro. La bola que lo representa mide 20 cm de diámetro. Así que, un centímetro en el modelo representa 65,000 km en las realidad.

Esto significa que un metro representa seis millones quinientos mil kilómetros. Dé un paso: esta distancia a lo largo del piso es un enorme viaje en el espacio llamado "seis millones quinientos mil kilómetros".

Ahora, ¿cuál es la distancia entre la Tierra y el Sol? Es 150 millones de kilómetros. En el modelo, esto será 23 metros.

Esto puede no parecerle mucho. Pídale a un estudiante que de 23 pasos de un metro cada uno (aproximadamente). ¡Lo más seguro es que llegue al lado opuesto del salón antes de 20 pasos!

Definitivamente será necesario salir al patio.

Entréguele el Sol y los planetas a los miembros de la clase, asegurándose que cada uno sabe el nombre del objeto que está cargando, para poderlo dar cuando se le llame.

Usted habrá seleccionado de antemano un lugar en el cual puede caminar algo así como mil metros en línea recta. Esto puede no ser fácil. La rectitud del recorrido no es esencial; ni tampoco es necesario que usted sea capaz de ver de un extremo al otro. Es posible que necesite "doblar" la ruta. Idealmente, este ejercicio deberá producir buenas anécdotas como "¡Desde el asta de la bandera al jardín japonés!"

Coloque la bola del Sol en el piso y marche como se indica. (Después de los primeros planetas, será posible designar a alguien para que dé los pasos — llame a esta persona "Nave espacial" o "Nave de pasos" — para que usted pueda hablar tranquilamente).

- A 9 pasos del Sol. Diga "Mercurio, ¿dónde estás?" y pídale al estudiante que lleva a Mercurio que coloque su tarjeta y cabeza de alfiler en el piso, sosténiendolos con una piedrecita si es necesario.
- Otros 8 pasos. Venus pone su grano de pimienta en el piso.
- Otros 6 pasos. Tierra.

Ya la cosa se esta poniendo increible. Mercurio está tan cerca al Sol que es simplemente una roca chamuscada y nunca la vemos excepto dentro del resplandor solar, al amanecer o anochecer. No

© 1989 por Guy Ottewell

obstante ahí está, perdido en el espacio. Con respecto a la Tierra, ¿quién podría creer que el Sol nos da calor, si estamos tan lejos de él?

La exactitud de la escala se puede comprobar de inmediato a los incrédulos o escépticos (de una cierta madurez). El tamaño aparente de la bola del Sol, a 23 pasos, es ahora el mismo que el del verdadero Sol: medio grado de arco, o la mitad del ancho aparente de su dedo meñique con el brazo extendido. (Si el tamaño de un objeto y su distancia se han reducido de tamaño por el mismo factor, entonces el ángulo que subtiende el objeto, debe ser el mismo).

- Otros 12 pasos. Marte.

Ahora vendrán las expresiones de asombro, con el primer gran salto:

- Otros 85 pasos. Júpiter.

He aquí el planeta gigante: ¡simplemente una castaña, a casi una cuadra de su vecino más cercano en el espacio!

De ahora en adelante, el asombro no se detiene, pués los intervalos crecerán a pasos agigantados:

- Otros 100 pasos. Saturno.
- Otros 222 pasos. Urano.
- Otros 250 pasos. Neptuno.
- Otros 215 pasos. Plutón.

Usted ha marchado casi un kilómetro. (La distancia en el modelo suma 907 pasos).

Hacer esta actividad, mirar al Sol a lo lejos, que ya no será visible ni con binoculares, y mirar la cabeza de alfiler que es Plutón, es sentir la maravilla aterradora del espacio.

Este es el resumen del "Modelo de los mil metros." Le advierto que si lo hace una vez, le van a pedir que lo haga de nuevo. A los niños les gusta tanto que le cuentan a otros niños; escriben historias que se publican en el periódico de la escuela; los profesores de otras escuelas lo llamarán a pedirle que les haga una demostración.

Así que este resumen puede tener variaciones y elaboraciones. Hay diferentes cosas que usted puede comentar durante la caminata de un planeta a otro, y hay información adicional que se puede agregar. Esta actividad indica el camino hacia otros aspectos del Universo, y convierte la caminata de los planetas en una conveniente introducción a un curso de astronomía. Pero omita la información extra si usted está trabajando con niños pequeños que se pueden confundir, o si usted mismo preferiría evitar el vértigo mental.

Le recomiendo que deje de leer en este momento, lleve a cabo la caminata una vez, y después lea las siguientes notas.

ESTABLECIENDO LA ESCALA

Mientras usted habla e introduce la idea del modelo, sería útil (dependiendo de la edad de la audiencia) escribir en el pizarrón algo como lo siguiente:

	REAL		EN EL MODELO
ANCHO DE LA TIERRA	13,000 KM		0.2 CM
ANCHO DEL SOL	1,300,000 KM		20 CM
POR LO TANTO LA ESCALA ES	65,000 KM	>	1 CM
POR LO TANTO	6,500,000 KM	>	100 CM O 1 M
Y LA DISTANCIA SOL-TIERRA	150,000,000 KM	>	23 M

© 1989 por Guy Ottewell

SEGUIMIENTO

Al terminar la caminata, usted puede darle la vuelta a su clase y volver sobre sus pasos. El recontar los números ofrece una segunda oportunidad para aprenderlos, buscar los pequeños objetos vuelve a enfatizar cuán perdidos están en el espacio.

Funciona bien en este sentido: todos prestan atención al último conteo — "248? 249? 250?" — preguntándose si Neptuno será visible. Pero no funciona bien si no se puede hallar el cacahuate, lo cual es posible. Si planea hacer esto, coloque los objetos en cartones, o ponga algo para marcar su posición al lado de ellos (piedras grandes o banderas como las banderolas que se usan en las bicicletas).

Además, es posible que la bola del Sol no se pueda dejar — puede que se la lleve una persona codiciosa si no lo hace el viento — así que mande a alguien a recogerla cuando la caminata haya llegado a Marte.

(Una vez yo, por no tener una bola de 20 cm, hice un icosaedro de papel de color, y tuve que salir en persecución de la persona que vi apropiándose del mismo. De regreso de otra caminata, me encontré con un hombre cubriéndose la boca mientras su acompañante preocupado le decía "¿Lo mordiste?" — increíblemente, había recogido uno de los granos de pimienta. Los otros planetas comestibles son, por supuesto, presa de los que pasan por el lugar. Riesgos como estos se pueden considerar como los equivalentes en nuestro modelo de tales amenazas cósmicas como las supernovas y los agujeros negros).

En cada tarjeta, el estudiante que la recobre puede escribir brevemente el lugar donde estaba: "En la calle 55", "En la casa de Juán Perez". Después, de regreso en el salón de clases, los objetos se pueden poner en un estante, como un recordatorio de la caminata. O se pueden colgar con cuerdas de una viga.

Ya que las canicas, las cabezas de alfiler, los cacahuates y especialmente los granos de pimienta no siempre son fáciles de encontrar cuando se presenta otra demostración, yo mantengo por lo menos un Sistema Solar a la mano, en uno de los recipientes en los que se venden los rollos de película de 35 milímetros.

MIRANDO A LOS OBJETOS REALES

Es posible que las personas que usted lleve en esta caminata de los planetas terminen con deseos de observar a los planetas verdaderos. Así que es mejor hacerla en una fecha en la que pueda decir: "Mira allá arriba después que obscurezca y verás a [Júpiter, por ejemplo]".

Para días específicos, consulte el *Astronomical Calendar*, las revistas *Sky and Telescope* o *Astronomy*, o un departamento de astronomía de una universidad local, un planetario o un astrónomo aficionado.

© 1989 por Guy Ottewell

SECCIÓN 5

COMETAS Y METEORITOS

SITIO DE IMPACTO DEL COMETA SHOEMAKER-LEVY 9
(SPACE TELESCOPE SCIENCE INSTITUTE, NASA)

INFORMACIÓN DE FONDO: COMETAS Y METEORITOS

Nuestros antepasados estaban mucho más familiarizados con el cielo nocturno que quienes vivimos bajo las brillantes luces de la ciudad. Usaban la salida y puesta de ciertas estrellas para saber cuando plantar y cuando cosechar. Dependían de ciertas estrellas para encontrar su camino en los desiertos y en los océanos. Por necesidad, conocían el cielo íntimamente. Imagínese su sorpresa y horror cuando una nueva estrella aparecía de pronto, con una cola creciendo detrás de ella como una larga cabellera. Durante el transcurso de algunos meses esta se movía con respecto a las otras estrellas y finalmente desaparecía de la vista. Casi todas las culturas vieron la aparición repentina de estas "estrellas con cabellera" como presagios de desgracias y calamidades. Creían que los reyes serían destronados, y que llegarían el hambre o las guerras o que los dioses estaban indicando su descontento con los humanos.

Hoy en día sabemos que los movimientos de los objetos celestes están gobernados por fuerzas naturales y no por dioses. Consideramos a las "estrellas con cabellera", o cometas, como bellos objetos que visitan nuestra región del Sistema Solar, y no como malos augurios. Los cometas (el nombre proviene de la palabra griega que significa cabello) son pequeños pedazos de "hielo sucio" (los más grandes tienen docenas de kilómetros y formas irregulares). Se mueven en órbitas alargadas alrededor del Sol, las cuales los llevan al exterior del Sistema Solar. Aproximadamente cien de ellos tienen órbitas que los acercan al Sol al menos una vez cada 200 años (el Cometa Halley, el cual regresa cada 76 años, es el más famoso); a la mayoría les toma miles de años el regresar al Sol.

Cuando los cometas se encuentran lejos es muy difícil verlos. Son demasiado pequeños y débiles para ser detectados por los telescopios más grandes. Pero cuando entran a la parte interna del Sistema Solar, el calor y la radiación del Sol hacen que parte del hielo se transforme en gas. Esto crea una enorme nube de gas vaporizado y polvo suelto, que rodea al cometa y hace que sea más facil verlo. La nube puede tener hasta100,000 kilómetros de diámetro. El raudal constante de radiación y el "viento" de partículas del Sol arrastra parte del gas y polvo, despendriéndolo del cometa, y formando la bella cola que asociamos con ellos. La cola se alarga, cubriendo millones de kilómetros, conforme el cometa se acerca al Sol. Después de darle la vuelta al Sol, el cometa comienza su viaje de regreso hacia las afueras del Sistema Solar, con la cola haciéndose más corta a medida que se aleja. Eventualmente, la nube de gas desaparece y, una vez más, es díficil ver el cometa.

Además de su belleza intrínseca, los astrónomos estudian los cometas porque están hechos de material muy antiguo, que se ha mantenido relativamente inalterado desde los principios del Sistema Solar. Formados en las regiones congeladas más allá de Urano y Neptuno, los cometas probablemente son

los residuos de la era cuando se formaron los planetas, preservados porque los planetas exteriores les dieron "empujones" gravitacionales, mandándolos a las afueras del Sistema Solar. Algunos se encuentran justo fuera de las órbitas de Neptuno y Plutón, en un área conocida como el Cinturón de Kuiper, en honor al astrónomo Gerard Kuiper, quien fue el primero en sugerir su presencia en ese lugar. Billones de cometas se encuentran también en una enorme cáscara de polvo que rodea nuestro Sistema Solar. Esta se llama la Nube de Oort (en honor al astrónomo Jan Oort). Comienza a cientos de veces la distancia del Sol a Plutón y se extiende hasta la mitad de la distancia a la estrella más próxima. De vez en cuando sucede algo que altera la órbita del cometa: quizá una colisión cercana con otro cometa, o el jalón gravitacional de Neptuno, o un ligero empujón de una estrella pasando cerca de él. Esta perturbación lo lanza violentamente hacia el interior del Sistema Solar. Los astrónomos pueden entonces estudiarlos y aprender más acerca del material del cuál se formaron los planetas.

La gente a veces piensa que los cometas se mueven como un rayo a través del cielo. No es así. Aunque se mueven con respecto a las estrellas de fondo, su movimiento es tan lento que sólo se pueden ver si se estudia la posición del cometa en el cielo noche tras noche. A diferencia de los cometas, los meteoros sí son una especie de relámpago en el cielo, brillando intensamente durante un segundo o dos antes de desaparecer. Los meteoros son pequeños granos de polvo que se encuentran en el espacio entre los planetas, no más grandes que la arena o las bolas de polvo que se acumulan en el piso cuando no se ha limpiado recientemente. Cuando chocan con la Tierra, el calor generado por la fricción con las moléculas de aire en nuestra atmósfera hace que se quemen completamente. Nunca llegan a la superficie. Su "muerte" es el brillante destello que vemos resplandecer a través del cielo, a veces llamado de manera inadecuada y errónea, "estrella fugaz".

Si usted va lejos de las luces de la ciudad y mira el cielo nocturno, es posible que vea unos cuantos meteoros durante una hora de observación. Sin embargo, algunas veces podrá ver decenas o cientos de meteoros por hora. Estos períodos de alta actividad son conocidos como lluvias de meteoros, y ocurren durante las mismas noches cada año. Los granos de polvo en las lluvias de meteoros provienen de cometas. Cuando un cometa pasa cerca del Sol, el polvo en su cola se queda atrás, cerca de la trayectoria que el cometa siguió. La Tierra, al moverse en su órbita alrededor del Sol, cruza ocasionalmente la estela de polvo que ha dejado el cometa, lo cual resulta en una lluvia de meteoros. La Tierra cruza la misma estela de polvo en el mismo punto de su órbita cada año y en el mismo día, por lo cual las lluvias de meteoros se pueden predecir con precisión.

Durante una lluvia, los meteoros parecen venir de la misma región del cielo, que se conoce con el nombre de "radiante". Las lluvias reciben el nombre de la constelación donde se encuentra el radiante. Por ejemplo, la lluvia de meteoros más espectacular del año se conoce como las Perseidas, y alcanza su momento de mayor actividad durante las noches del 11 y 12 de agosto. En este caso, los meteoros se originan en la constelación de Perseo, antes de salir como rayos en todas direcciones a través del cielo.

En raras ocasiones, rocas más grandes que granos de polvo cruzan la trayectoria de la Tierra. Si son lo suficientemente grandes, puede ser que sobrevivan la feroz travesía a través de la atmósfera de la Tierra y que lleguen a la superficie terrestre. Técnicamente, un pedazo de polvo o roca moviéndose a través del espacio es un meteoroide, el cual se convierte en meteoro al penetrar la atmófera terrestre, y en meteorito si sobrevive y llega a la superficie. Los meteoritos por lo general no están asociados con los cometas. Se cree que son fragmentos generados por colisiones entre asteroides, los pequeños objetos rocosos cuyos tamaños van desde piedritas hasta objetos más grandes que montañas y que se encuentran principalmente entre las órbitas de Marte y Júpiter. Se cree que los asteroides son residuos que, debido a la perturbación gravitacional causada por el planeta gigante Júpiter, no pudieron unirse para formar planetas cuando se formó el Sistema Solar. Con los años, las colisiones entre asteroides y pedazos de asteroides han producido muchos fragmentos de roca que se mueven a través de las partes internas del Sistema Solar, y de vez en cuando se encuentran con la Tierra.

La mayoría de los meteoritos son muy pequeños (unos pocos kilogramos) y no causan daño cuando chocan con la superficie terrestre. La mayoría cae en los oceanos, que cubren 2/3 de la superficie de la

Tierra. Muy raramente perforan un agujero en algún tejado o se estrellan contra el vidrio de un carro. Sólo ha habido dos casos documentados de personas golpeadas por meteoritos. Annie Hodges, de Sylacauga, Alabama, EEUU, estaba tomando una siesta en su terraza el 30 de noviembre de 1954, cuando un meteorito de cuatro kilogramos se estrelló en el techo. Rebotó en una consola de radio y la golpeó en el brazo y la pierna, dejándola lastimada pero sin daños mayores. En la tarde del 21 de junio de 1994, José Martín y su esposa, Vicenta Cors, estaban manejando en España de Madrid a Marbella. Mientras atravezaban el pueblo de Getafé, un meteorito de un kilogramo y medio se estrelló contra el parabrisas del lado del conductor, rebotó en el tablero, y dobló el volante, quebrándole el dedo meñique de la mano derecha a Martín. Después voló entre las cabezas de la pareja y cayó en el asiento de atrás. Martín logró hacerse a un lado en la carretera, y, a excepción del dedo quebrado, no resultaron heridos.

En raras ocasiones, aproximadamente una vez cada 100,000 años, rocas del tamaño de montañas chocan con la Tierra. Estas pueden causar daño considerable. La superficie de la Tierra muestra cicatrices de algunas de estas colisiones, grandes cráteres con decenas, y hasta cientos de kilómetros de lado a lado. Muchas otras han sido borradas por la lluvia, viento y actividad volcánica. Los científicos creen que un asteroide de diez o quince kilómetros de diámetro se estrelló en la península de Yucatán hace 65 millones de años y pudo haber precipitado la extinción de los dinosaurios y otras especies debido al prologando oscurecimiento del cielo (creado por el polvo de la explosión) y a los incendios que causó. La colisión en el verano de 1994 del Cometa Shoemaker-Levy con Júpiter demostró vívidamente que tales colisiones siguen ocurriendo en el Sistema Solar. Los astrónomos han comenzado a realizar un inventario de los residuos cercanos a la Tierra, como cometas, asteroides y pequeñas rocas, con la esperanza de descubrir con suficiente anticipación si alguno de ellos en algún momento pudiera representar un peligro para nuestro planeta. Una potente explosión de un cohete sobre el objeto o cerca de él podría impartirle un ligero empujón para que salgamos de su alcance, y de esta manera evitar el tipo de catástrofe que fue presenciada por última vez por los dinosaurios.

EXPERIMENTANDO CON CRÁTERES

ACTIVIDAD 5.1

EDADES: 8-13

Fuente: Reimpreso con el permiso de la guía para maestros *Great Explorations in Math and Science (GEMS), Moons of Jupiter.* Derechos reservados © 1993 por The Regents of the University of California. Las series de GEMS incluyen más de 40 guías y manuales para maestros, con actividades para estudiantes de los 4 hasta los 15 años., disponible en: LHS GEMS, Lawrence Hall of Science, University of California, Berkeley, CA, 94720, U.S.A. Tel: (510) 642-7771.

¿De qué trata esta actividad?

Nuestras exploraciones del Sistema Solar han revelado que casi todos los objetos con superficie sólida muestran evidencia de impactos. Los planetas, las lunas, los asteroides y hasta los cometas tienen cráteres. Las únicas superficies donde los cráteres no son visibles incluyen planetas gaseosos (sin superficie sólida visible), o lunas como Io, la luna de Júpiter, con explosiones volcánicas continuas y cambiante geología que hace desaparecer los cráteres.

En esta actividad de GEMS, los estudiantes experimentarán con el proceso de formación de cráteres. Investigarán cómo la rapidez y el tamaño del cuerpo que cae influye en la forma y profundidad de los cráteres, y cómo se reorganiza el material de la superficie. Esta actividad es divertida para los estudiantes y rica en aplicaciones científicas. Está bien presentada, es completa y fácil de seguir.

¿Que harán los estudiantes?

Los estudiantes dejarán caer rocas para crear cráteres en recipientes poco profundos con harina y chocolate. Variando el tamaño y la rapidez de los cuerpos que hacen impacto, los estudiantes determinarán cómo estas variables afectan la forma y profundidad del cráter.

Consejos y sugerencias

- La actividad no puede simular las grandes explosiones que ocurren cuando un objeto que se mueve a gran velocidad choca con una superficie. La explosión derrite y vaporiza el material alrededor de ella, incluyendo el cuerpo de impacto. El material derretido crea el pico central y la apariencia suave y redondeada de la mayoría de los cráteres.
- Para ayudar a enfatizar las enormes energías producidas en las explosiones que ocurren con los meteoritos reales, explique que estos viajan 6,000 veces más rapido que las rocas que dejan caer los estudiantes.
- Prepare a los estudiantes para esta actividad mostrándoles diapositivas de cráteres en el Sistema Solar.
- Intente hacer una "cadena de cráteres", similar a aquella que se ve en nuestra Luna y en Calisto (la luna más exterior de Júpiter). Para crear tal cadena, el objeto que impacta necesita ser una colección suelta de material, como un puñado de grava. Este experimento simula el impacto de varios pedazos de un mismo cometa, similar a lo que sucedió cuando los restos del cometa Shoemaker-Levy 9 chocaron con Júpiter en julio de 1994.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Cráteres	Experimentar	Simulaciones
Impactos	Comparar	Energía
	Medir	Interacciones

EXPERIMENTANDO CON CRÁTERES

RESUMEN

Los cráteres son uno de los rasgos más fascinantes de las varias lunas del Sistema Solar. En esta actividad, sus estudiantes investigan cuáles son las causas de las características de los cráteres de impacto. Estas características incluyen montañas en el borde del cráter y los rayos que salen de cráteres grandes. Lo que aprendan sobre nuestro satélite, la Luna, pueden compararlo con lo que averigüen sobre los satélites de Júpiter más adelante.

¿QUÉ NECESITARÁ?

Para el grupo:

- Conjunto de diapositivas que incluya:
  Luna de la Tierra
  Primer plano de un cráter grande
- 1 proyector para diapositivas y una pantalla
- 1 o más escobas para limpiar lo que se derrame
- 1 par de tijeras o cortadora para papel (para recortar las reglas de centímetros de las hojas de trabajo de los estudiantes)
- un envase de leche de chocolate en polvo (Nota: El cacao se puede usar pero tiende a formar grumos y a oscurecer la harina rápidamente).
- tres o cuatro paquetes de harina de 5 libras

Para cada equipo de 4 estudiantes:

- 1 palangana profunda (para crear una base de harina de 8 a 15 cm de profundidad). Por ejemplo: paila de lavar platos, olla de asar o caja de cartón. Para asegurarse que tiene suficientes, pídale a un estudiante de cada grupo que traiga una olla de su casa el día de la actividad. No todas tienen que ser del mismo tamaño.
- 1 taza o envase plástico pequeño (para llenarlo a aproximadamente 1/3 de su capacidad con la leche de chocolate en polvo)
- un periódico viejo
- tres rocas: pequeña, mediana, grande con diámetros de aproximadamente: .5 cm , 2 cm, 4 cm
- 1 cuchara (plástica o de metal)

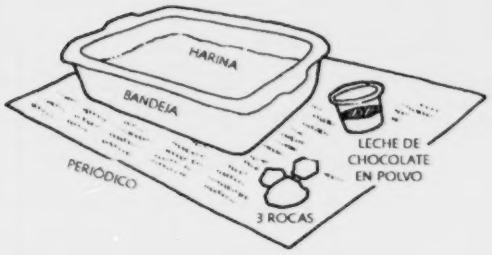
Para cada estudiante:

- 1 lápiz
- 1 hoja de actividades de "Cráteres" (página 15)

PREPARACIÓN

1. Antes del día de la actividad, recoja y clasifique las rocas que necesita para todos los grupos.
2. Haga una copia de la hoja de datos "Cráteres" para cada estudiante. Con tijeras o cortadora para papel, recorte la regla en centímetros que está en la parte de inferior de la misma.
3. Reuna los materiales para cada equipo: periódicos, ollas con harina de 8 a 15 cm de profundidad, un 1/3 de taza del chocolate en polvo y tres rocas de diferentes tamaños. Tenga la hoja de datos, reglas de papel y lápices a la mano, pero sepárelos del resto de los materiales. Mantenga un conjunto de materiales a la mano, cerca del lugar donde demostrará la actividad.
4. Intente la actividad usted mismo para que sepa qué esperar. Si el clima lo permite, los maestros prefieren hacer esta actividad afuera porque hay más espacio y menos que limpiar después. Decida si sus estudiantes harán la actividad adentro o afuera.

© 1993 por The Regents of the University of California



5. En estas actividades, primero hay exploración libre y después experimentos más estructurados que usan la hoja de datos. Necesitará tener la atención de todo el grupo para dar las instrucciones, antes de que empiecen la exploración y el experimento. Recomendamos que reuna su clase lejos de los materiales para ambas introducciones. Algunos salones no tienen suficiente espacio para que los estudiantes dejen los materiales y se reunan nuevamente para una segunda ronda de instrucciones. Si este es el caso, considere explicar todas las partes de esta actividad, antes de distribuir los materiales. Lea la lección y decida si necesitará modificar su introducción de esta manera.
6. Prepare el proyector de diapositivas y tenga las diapositivas listas para ser vistas (el frente de la Luna y el primer plano de un cráter). Prepárese a oscurecer el salón, corriendo las cortinas.

METEOROS Y CRÁTERES

1. Dígale a la clase que el nombre del satélite de la Tierra es *Luna*. Motive a los estudiantes a pensar sobre la Luna. Pídales que se imaginen descendiendo en la superficie del satélite.

   ¿Cómo crees que es la superficie del satélite?

   ¿Cómo se sentiría caminar sobre la Luna?

   ¿Qué verías a tu alrededor?
2. Oscurezca un poco el salón y prenda el proyector de diapositivas. Muestre la diapositiva de, la imagen de la Luna. (Este es el lado de la Luna que siempre mira a la Tierra). Dígales que así es como nuestro satélite se vería desde un pequeño telescopio.
3. Pregunte, "¿Qué ven en la superficie de la Luna?" Acepte sus respuestas (por ejemplo, áreas claras, áreas oscuras, cráteres, etc.) Si alguien menciona un cráter, pídale que señale un ejemplo para la clase. Si no se mencionan los cráteres, señale uno grande e identifiquelo como un cráter. Explique que los cráteres son grandes "abolladuras" o agujeros en la superficie de la Luna. No entre en detalles sobre los rasgos de la superficie en este momento.
4. Prenda las luces y apague el proyector. Pregunte, "¿Qué causa los cráteres en la Luna?" [La mayoría de los estudiantes tendrán una respuesta para esta pregunta y puede que usen términos tales como: meteoros, asteroides, rocas grandes, cometas, etc.]
5. Pregúntele a los estudiantes si saben lo que es un *meteoro*. [Una roca proveniente del espacio que cae hacia un planeta o satélite].
6. Pregúntele a sus estudiantes si hay cráteres en la Tierra. Si alguien ha visitado un cráter, pídale que comparta su experiencia con la clase. Explique que la Tierra tiene muchos cráteres. Algunos fueron causados por volcanes. Otros, llamados *cráteres de impacto*, fueron creados por meteoritos. Pregunte, "¿Por qué vemos pocos cráteres de impacto en la Tierra?" [La Tierra tiene lluvia y viento, los cuales erosionan la superficie y

© 1993 por The Regents of the University of California

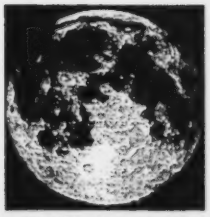


IMAGEN DE LA LUNA

Entre 1969 y 1972, seis naves espaciales de los Estados Unidos visitaron la Luna, lo que le permitió a doce personas caminar (con trajes espaciales, para simular las condiciones de la Tierra) en ella. Los trajes llevan aire para respirar, simulan la presión atmosférica para evitar que la sangre hierva, y protegen a los astronautas del calor al Sol y el frío en la sombra. Debido a que la gravedad de la Luna es un sexto de la de la Tierra, los astronautas pueden saltar más alto que en nuestro planeta. Como caen más despacio, sus movimientos parecen ser en cámara lenta.

Debido a que los términos son confusos, usted puede explicar que un meteoroide es una roca en el espacio; un meteoro es la misma roca cuando cae a través de la atmósfera de la Tierra, creando un rayo de luz (a veces llamado "estrella fugaz"). Los fragmentos de meteoro que sobreviven el viaje a través de la atmósfera y caen en la superficie se llaman meteoritos. No es importante que los estudiantes memoricen estos términos.

eliminan la evidencia de la mayoría de los cráteres].

7. Explique que la atmósfera de la Tierra evita que meteoros pequeños lleguen a la superficie porque cuando un meteoro va cayendo hacia un planeta con atmósfera, "roza" contra el viento.
8. Pídale a sus estudiantes que se froten las manos rápidamente durante diez segundos (pueden contar mil uno, mil dos, etc.) Pregúnteles qué sienten. [Calor]. Dígales que si pudieran mover sus manos aún más rápido, podrían crear suficiente fricción para prender fuego.
9. Explique que, de la misma manera, la luz que ven en una "estrella fugaz" o meteoro es el brillo blanco producido por el calor de la fricción entre el meteoro y el aire, a medida que el meteoro cae a través de la atmósfera de la Tierra. Muchos meteoros pequeños se queman antes de chocar con la superficie de la Tierra. Esto no pasa en la Luna, ya que no tiene aire para crear fricción. Esta es una de las razones por las que la Luna tiene tantos cráteres.

HACIENDO CRÁTERES

1. Dígale a la clase que investiguen qué pasa cuando un meteoroide choca con una superficie sólida, como la de la Luna.
2. Dígale a los estudiantes que usen una olla de harina y tres tamaños diferentes de rocas para investigar los cráteres de meteoros. La harina representará la superficie de la Luna y las rocas serán los "meteoroides".
3. Demuestre la técnica:
   - Coloque un periódico viejo y una olla con harina en el piso, cerca de sus pies.
   - Rocíe un poco de la mezcla de chocolate instantáneo en la superficie de la harina para crear un contraste que ayudará a hacer los cambios más visibles. Sostenga una roca mediana a nivel del hombro. No deje caer la roca. Dígale a los estudiantes que deben dejar

© 1993 por The Regents of the University of California

caer la roca, NO TIRARLA contra la harina.
   - Después de que dejen caer su "meteoroide", pídales que observen lo que pasa con la harina.
4. Pregunte, "¿Qué creen que pasará?" y pida a algunos estudiantes que hagan predicciones.
5. Explique que trabajarán en grupos y se turnarán para dejar caer las rocas en la harina. Señale que deben observar muy cuidadosamente para que puedan describir lo que pasa en el impacto y cuáles rasgos son creados en la superficie "lunar". No es necesario aplanar la harina y aplicar más leche de chocolate después de cada prueba.
6. Enfatice cuán importante es el dejar caer las rocas cuidadosamente y no tirarlas. (Ya que la harina puede ser resbalosa, si alguna cae al piso debe ser barrida inmediatamente. Demuestre cómo barrer la harina en una hoja de papel de periódico y devolverla a la palangana).

EXPLORACIÓN LIBRE

1. Si cree que sería útil, dé a los estudiantes varios minutos para discutir la manera en que se van a repartir los turnos para crear los cráteres. También pueden reunirse en grupos pequeños y ponerse de acuerdo en un sistema de turnos, antes de que usted distribuya los materiales.
2. Distribuya los materiales a cada equipo y déjelos explorar los materiales libremente y practicar haciendo cráteres por unos cinco minutos. No pase todavía las hojas de datos.
3. Después de la exploración libre, reuna a los estudiantes lejos de los materiales y pregúnteles, "¿Qué aprendieron? ¿Qué características tenían sus cráteres?"
4. Pida a algunos voluntarios que dibujen en la pizarra lo que vieron. A medida que los estudiantes describen los distintos rasgos, escriba algunos términos en la pizarra. [La impresión que queda en la superficie se llama la base del cráter. Puede que los estudiantes hayan notado un borde, alrededor de la base y rayos que irradian hacia afuera del cráter].

No hay problema si la leche de chocolate se mezcla con la harina a medida que los grupos alisan y aplanan la mezcla. Si esta se vuelve muy oscura, o si algún grupo ha usado todo el chocolate, sugiera que cubran la superficie con un poco de harina para crear contraste.

© 1993 por The Regents of the University of California

Tal vez quiera hacer que los estudiantes calculen el promedio, aunque los resultados pueden ser evidentes sin este cálculo.

EXPERIMENTOS CON METEOROS

1. Explique los procedimientos para los dos experimentos de la siguiente manera:
2. Recuérdele a sus estudiantes que vieron cráteres de diferentes tamaños en la diapositiva de la Luna. Pregunte, "¿Qué puede afectar cuán grandes serán los cráteres?" [Es posible que los estudiantes sugieran el tamaño o el peso del meteoroide, la velocidad del impacto, la dirección o el tipo de superficie].
3. Explique a la clase que los equipos realizarán experimentos para averiguar cómo dos de esos factores afectan el tamaño de los cráteres: el tamaño del meteoroide y la velocidad del impacto. Muestre una hoja de datos y explique los dos experimentos:

   Experimento #1: Tamaño de la roca

   - Dígale a la clase que para aprender más sobre cómo el tamaño de la roca afecta el tamaño del cráter, los equipos harán tres cráteres con cada una de las tres rocas (un total de nueve cráteres para el Experimento #1). Los equipos dejarán caer tres rocas de distintos tamaños, desde la misma altura. Deben dejar caer cada roca tres veces y anotar el diámetro del cráter, después de cada caída.
   - Pregunte por qué será importante dejar caer todas las rocas, desde la misma altura. [Si el cráter varía en tamaño, sabrán que es por el tamaño de la roca]. Sugiera que usen el hombro de un miembro del equipo como patrón de medida en cada prueba.
   - Demuestre cómo remover la roca de la harina, muy cuidadosamente, para no afectar el cráter.
   - Muestre cómo medir el diámetro del cráter, usando una regla en centímetros. Muestre dónde anotar los diámetros de los cráteres en la hoja de datos.
   - Demuestre cómo mover el recipiente varias veces para nivelar la harina y cómo rociar por

© 1993 por The Regents of the University of California

encima la leche de chocolate en polvo, cuando la superficie lo necesite.

Experimento #2: Velocidad de Impacto

- Explique que esta vez, el equipo escogerá sólo una roca para hacer todos sus crátères, pero dejarán caer la roca desde distintas alturas: a la altura de la rodilla, a la altura del hombro, y tan alto como puedan alcanzar, mientras están de pie. Asegúrese que los estudiantes entiendan que una roca gana velocidad cuando cae. Así que, mientras más lejos caiga, más rápido irá al chocar con la harina. Harán tres cráteres, desde cada una de las alturas. (Habrá un total de nueve cráteres para el Experimento #2).
- Pregunte por qué deben usar la misma roca, cuando están experimentando con distintas velocidades de "meteoros". [Si usan diferentes rocas y diferentes alturas, no sabrán qué creó las diferencias en tamaño de los cráteres].
- Señale que la altura de la rodilla, la altura del hombro y la altura estando de pie, pueden variar para diferentes estudiantes y pídales ideas sobre cómo mantener la misma altura en las tres pruebas. [Podrían turnarse para dejar caer la roca, pero usar la rodilla, el hombro y el brazo estirado de un solo estudiante para las pruebas].
- Muestre dónde anotar los diámetros de todos los cráteres en este segundo experimento.

EXPERIMENTOS DE LOS ESTUDIANTES

Asegúrese que los estudiantes entienden los dos experimentos. Distribuya la hoja de datos y reglas de papel y dígales que empiecen.

1. Camine por las áreas de trabajo, mientras los estudiantes hacen los experimentos. Verifique que los estudiantes están trabajando de forma segura y cooperativa en los equipos.
2. Si un equipo termina rápido, sugiera que extiendan sus investigaciones en el Experimento #2. Por ejemplo, se pueden parar cuidadosamente

© 1993 por The Regents of the University of California

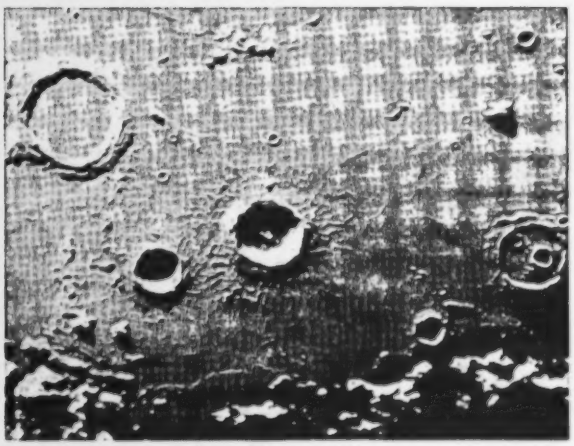


IMAGEN DE UN CRÁTER EN LA LUNA

La sección "Información de fondo" contiene información adicional sobre experimentos y teorías acerca de cráteres.

Los estudiantes pueden preguntar sobre los picos centrales en algunos cráteres. Los científicos han simulado impactos de meteoros con rocas disparadas desde poderosos cañones (a velocidades de 45,000 km/hr). A estas velocidades, el meteoro no se detiene en el momento del impacto. La fricción calienta rápidamente el meteoro y ocurre una gran explosión. (¡Imagine lo que pasa al cambiar toda la energía de un meteoro del tamaño de un salón de clases, moviéndose a 45,000 km/hr, en calor!) Si el meteoro es suficientemente grande y rápido, el suelo se vuelve líquido, formando un cráter con un borde alrededor. En impactos muy fuertes, el borde se colapsa y el material líquido que fluye al centro del cráter forma un pico en el ceutro. El material que es expulsado por la explosión forma rayos que pueden extenderse por cientos de kilómetros. En la Tierra a menudo se encuentran pequeños pedazos de meteoro en el crater de impacto, lo que confirma que el cráter fue causado por el impacto de un meteoro.

en una silla para dejar caer la roca. (Los estudiantes mayores pueden extender sus investigaciones observando o midiendo las profundidades de los cráteres creados por varios tamaños o velocidades de "meteoroides". También pueden medir los "rayos" que irradian de sus cráteres).

3. A medida que los grupos van terminando, pídales que devuelvan sus equipos al área de materiales y limpien lo que sea necesario. Los estudiantes deben mantener sus hojas de datos a la mano para la discusión.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

1. Reuna la clase para la discusión.
2. Pídales que observen la hoja de datos para el Experimento #1, comparando tamaños de meteoros, y pídales que describan lo que observaron y registraron. Pregúnteles, "¿Tiene algo que ver el tamaño del meteoroide con el tamaño del cráter?" [Los datos de los experimentos de sus estudiantes puede variar, pero la mayoría encontrará que el tamaño del cráter aumenta con el tamaño del meteoroide].
3. Pregúntele a los estudiantes qué pueden concluir del Experimento #2 sobre los meteoros que cayeron a diferentes velocidades. [De nuevo, los datos de los estudiantes variarán, pero muchos estudiantes concluirán que mientras más rápido el meteoro, más grande el cráter]. Podría añadir que los científicos estiman que los cráteres reales causados por impactos de meteoros son 20 veces más grandes que el diámetro del meteoro].
4. Muestre de nuevo la diapositiva de la Luna. Pida a algunos voluntarios que señalen las características de los cráteres en la Luna que vieron en sus experimentos.
5. Muestre el primer plano de un cráter en la Luna y pida más observaciones y comentarios. Sus estudiantes notarán que todos los cráteres lunares son redondos. No importa la forma inicial del meteoro (o el ángulo de impacto), la explosión siempre formará un cráter redondo.

© 1993 por The Regents of the University of California

ACTIVIDADES ADICIONALES

1. Cráteres en líquidos

Para cada grupo de cuatro a seis estudiantes, necesitará una taza de agua, un gotero para medicinas (opcional) y una hoja de papel. Empiece mostrando la diapositiva del primer plano de un cráter en la Luna y señale el pico central.

Explique a los estudiantes que harán un experimento para ver qué pasa cuando un meteoro cae en un líquido y que una de las características que deben buscar es el pico central. Demuestre de la siguiente forma: Vierta una taza de agua en un molde para pasteles. Si está usando el gotero, muestre cómo sostenerlo a 30 cm sobre el molde y deje caer una gota de agua. O demuestre cómo sumergir el dedo en el agua para que crear una gota que cuelgue del mismo. Sacuda la gota de su dedo para que caiga en el agua. (A pesar de que la gota del gotero es más grande, el método con el dedo funciona bien).

Motive a todos los miembros del equipo a observar lo que pasa en el lado y sobre la superficie del agua. Dele oportunidad a los estudiantes de turnarse para soltar la gota y observar lo que pasa. Cada equipo debe discutir sus resultados y dibujar lo que pasa en sus papeles. Los estudiantes pueden identificar lo siguiente:

- Tan pronto como la gota cae, va debajo de la superficie del agua, creando cierto tipo de cráter.
- Se forman ondas en el centro, que chocan con las paredes del molde y rebotan de un lado para otro.
- Se forma una columna de agua en el centro del cráter, justo después de que cae la gota. Puede parecer como si la gota "rebotara", después que choca con el agua.

Pregúntele a los estudiantes qué características observaron que no vieron en los experimentos con los sólidos [círculos concéntricos, ondas y picos centrales.] Explique que los meteoros grandes que han chocado con la Luna se mueven tan rápido que derriten las rocas. En estos casos, a pesar de que la superficie haya sido sólida antes del impacto del meteoro, podemos ver el pico central. Esto ocurre cuando la superficie de la Luna se convierte en roca derretida por varios minutos y se solidifica antes que el pico tenga oportunidad para nivelarse de nuevo.

2. Haciendo mapas de luna

Si quisiera descender una nave espacial o construir una base lunar, ¿dónde lo haría? Antes de que astronautas alunizaran, necesitaron estudiar un mapa de la Luna. Distribuya una copia del mapa de la Luna a cada estudiante. Proyecte la diapositiva de la imagen de la Luna y pídale a los estudiantes que comparen los rasgos en sus mapas con los de la superficie de la Luna.

Ponga a los estudiantes a trabajar en parejas o grupos y asigne un "océano", "mar" o "bahía" particular para que ellos lo encuentren. Deben identificarlo primero en su mapa y después en la diapositiva. Aquellos que terminen rápido pueden practicar a encontrar otros rasgos. Pida a algunos miembros de cada grupo que se paren y señalen el rasgo que

© 1993 por The Regents of the University of California

encontraron al resto de la clase. (Hay 12 océanos y mares rotulados en el mapa).

Para una actividad más difícil, pida a cada grupo que encuentre un cráter o montaña. Invite a sus estudiantes a usar sus mapas lunares, cuando observen la Luna en el cielo. Ínstelos a usar un par de binoculares. (A través de los binoculares, la vista al satélite será como la del mapa. Pero a través del telescopio, la imagen se verá al revés).

3. **Conejo en la Luna**

Muestre la diapositiva de la Luna. Pregúntele a los estudiantes si pueden ver un conejo. Pregunte ¿dónde están las orejas? ¿Dónde está el rabo? Dígale a la clase que muchas culturas indígenas de América asocian la Luna con un conejo. Haga copias de las láminas de los conejos en esta página para cada estudiante. Dígales que el conejo es una representación del conejo en la Luna encontrado en la alfarería de la tribu Mimbres. Ellos vivieron en lo que ahora es la parte suroeste de los Estados Unidos del siglo 9 al 12. (Se cree que una pieza de alfarería de los Mimbres que muestra un destello de luz debajo de la pata del conejo, representa la supernova que creó la Nebulosa del Cangrejo en el año 1054). Los japoneses y muchas otras culturas alrededor del mundo, también ven un "conejo en la Luna". Sugiera que la próxima vez que miren a la Luna en el cielo, busquen al conejo —¡es fácil de ver!

230

© 1993 por The Regents of the University of California

CRÁTERES

NOMBRE: _____

FECHA: _____

EXPERIMENTO 1: TAMAÑO DEL METEOROIDE

¿Cómo afectará el tamaño de la roca el tamaño del cráter?

Anota el diámetro del cráter para:

	1ERA PRUEBA	2NDA PRUEBA	3ERA PRUEBA
ROCA PEQUEÑA	_____	_____	_____
ROCA MEDIANA	_____	_____	_____
ROCA GRANDE	_____	_____	_____

¿Qué puedes concluir?

_____

_____

_____

EXPERIMENTO 2: VELOCIDAD DEL METEOROIDE

¿Cómo afectará la velocidad de impacto el tamaño del cráter?

Anota el diámetro del cráter para:

	1ERA PRUEBA	2NDA PRUEBA	3ERA PRUEBA
LENTA	_____	_____	_____
MEDIANA	_____	_____	_____
RÁPIDA	_____	_____	_____

¿Qué puedes concluir?

_____

_____

_____

© 1993 por The Regents of the University of California

5.1, Experimentando con cráteres

MAPA DE LA LUNA

POLO NORTE

OESTE

ESTE

POLO SUR

BEST COPY AVAILABLE

© 1993 por The Regents of the University of California

232

HACIENDO UN MODELO DE UN COMETA

ACTIVIDAD 5.2

EDADES: 9-12

Fuente: Reimpreso con el permiso de *Return of the Comet* por Dennis Schatz. Derechos reservados © 1985 por el Pacific Science Center. El libro está agotado. No se permite ningún tipo de reproducción de esta actividad sin el permio escrito del Pacific Science Center, 200 Second Ave., N. Seattle, WA 98109, U.S.A.

¿De qué trata esta actividad?

Es posible que los estudiantes sepan del Cometa Halley, pero pocos habrán sido testigos del espectáculo que representa un cometa colgando en el cielo nocturno con su enorme cola apuntando en dirección contraria al Sol. Esta actividad les muestra a los estudiantes los tamaños relativos de la coma — el gas evaporado alrededor del núcleo del cometa — y la cola, compuesta de gas y polvo, que se forma cuando el cometa se acerca al Sol. Esta actividad complementa la siguiente, *Actividad 5.3, Haciendo un cometa el salón de clases.*

¿Qué harán los estudiantes?

Los estudiantes usarán cuerda y bolas de algodón para crear un modelo a escala de la coma y la cola de un cometa típico a medida que este se acerca al Sol.

Consejos y sugerencias

- Es posible que los estudiantes pregunten por qué la cola del cometa se separa del núcleo y la coma. Las presiones de la luz solar y de las partículas (cargadas eléctricamente) que el Sol emite (lo que se conoce como viento solar) empujan el polvo y el gas que están siendo evaporados del cometa.
- Usted puede hacer que la cola ondule usando un secador de pelo para representar el viento solar y explicar cómo la cola siempre apunta en la dirección opuesta al Sol a medida que el cometa se mueve en su órbita alargada.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Cometas	Describir	Escala
Coma y cola		Estructura

HACIENDO UN MODELO DE UN COMETA

COLA
El gas y el polvo que se evaporan de la coma cuando el cometa pasa cerca del Sol. Puede tener desde 1 millón a 100 millones de kilómetros de largo.

NÚCLEO
Parte central congelada, de 2 a 10 km de ancho.

COMA
Una nube de gas y polvo que se forma alrededor del núcleo. Crece a medida que el cometa se acerca al Sol y puede llegar a ser de 10,000 a 1,000,000 de kilómetros de ancho.

¿QUÉ ES UN COMETA?

Un cometa es como un témpano polvoriento de hielo que gira alrededor del Sol a velocidades que pueden alcanzar el millón de kilómetros por hora. No sólo está compuesto de agua congelada sino también de otros gases congelados, como amoníaco y metano. El amoníaco produce el fuerte olor en ciertos detergentes y el metano es un tipo de gas natural usado en algunas calefacciones.

La mayoría de los cometas están siempre lejos del Sol y completamente congelados. Sin embargo, algunos cometas se acercan periódicamente al Sol. Cuando uno de estos cometas pasa la órbita de Júpiter (a 800 millones de kilómetros de Sol) comienza a derretirse por el calor del Sol. Una nube de gas y polvo se forma alrededor del núcleo del cometa. Esta nube se llama la coma del cometa. Usualmente es más grande que la Tierra y puede tener hasta 800,000 km de ancho. El centro del cometa se mantiene sólido y se llama el núcleo.

Cuando el cometa se acerca a la órbita de Marte (a 250 millones de kilómetros del Sol) el gas y el polvo en la coma son barridos por el viento solar, lo que forma una cola que puede tener 100 millones de kilómetros de largo. Es la cola lo que ha inspirado las investigaciones para entender estos bellos y misteriosos objetos.

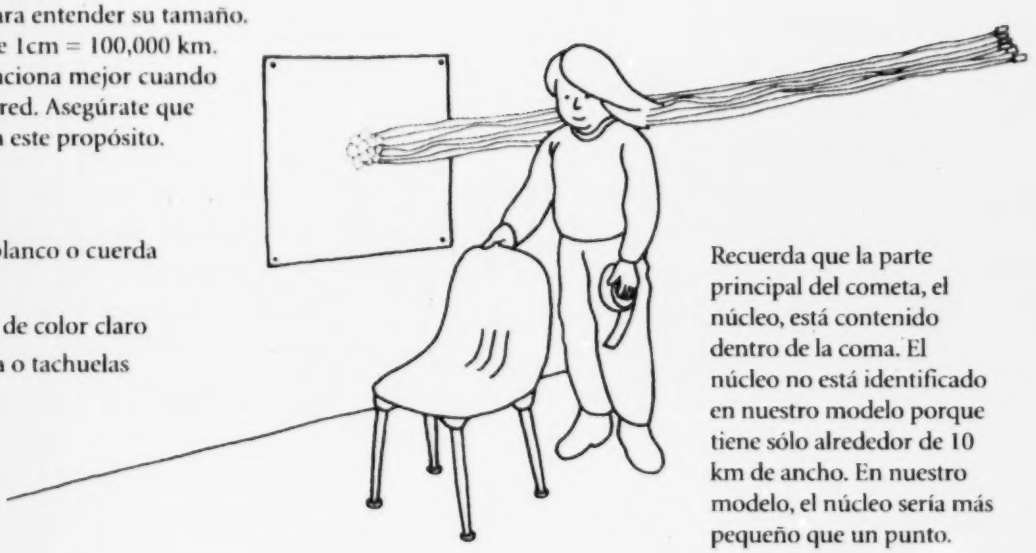
© 1985 por Pacific Science Center

HACIENDO UN MODELO DE UN COMETA

Las fotografías de los cometas nos revelan cuán grande es la cola comparada con la coma o el núcleo. En esta actividad construirás un modelo a escala del Cometa Halley para entender su tamaño. Usarás la escala de 1cm = 100,000 km. Esta actividad funciona mejor cuando se hace en una pared. Asegúrate que pueda usarse para este propósito.

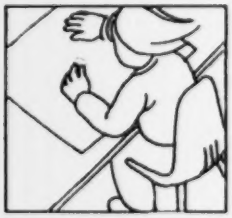
MATERIALES

- Algodón
- Papel maché blanco o cuerda
- Goma
- Hoja de papel de color claro
- Cinta adhesiva o tachuelas

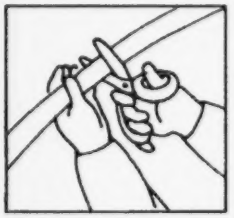


Recuerda que la parte principal del cometa, el núcleo, está contenido dentro de la coma. El núcleo no está identificado en nuestro modelo porque tiene sólo alrededor de 10 km de ancho. En nuestro modelo, el núcleo sería más pequeño que un punto.

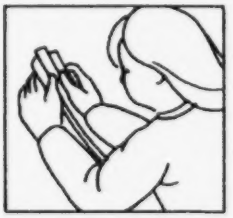
¿QUÉ HACER?



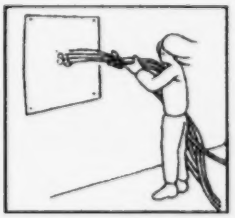
1. Pega una bola de algodón de alrededor de 5 cm de ancho cerca del centro del papel.



2. Corta 10 o 15 tiras de papel maché o cuerda de 4 a 5 metros de largo.



3. Usando las tachuelas o la cinta adhesiva, pega la hoja de papel con la coma (la bola de algodón) a la pared. Une las puntas de todas las tiras de papel maché o cuerdas. Pégalas con cinta adhesiva o goma al lado de la coma de manera que sea fácil extenderlas a lo largo de la pared.



4. Estira el papel maché o la cuerda a lo largo de la pared, pegando la cola de tal manera que se abra un poco como en las fotos de los cometas en este libro. Pon ondas o nudos en la cola para dar un efecto más real.

5. Añade nombres para identificar el cometa y sus diferentes partes, como la coma y la cola.

© 1985 por Pacific Science Center

HACIENDO UN COMETA EN EL SALÓN DE CLASES

ACTIVIDAD 5.3

EDADES: 9-14+

Fuente: *Haciendo un cometa en el salón de clases* fue reimpreso con el permiso de Dennis Schatz (Derechos reservados © 1985 por Dennis Schatz). No se permite ningún tipo de reproducción de esta actividad sin permiso por escrito. Se puede conseguir a Dennis Schatz en el *Pacific Science Center,* 200 Second Ave., N., Seattle, WA 98109, U.S.A.

¿De qué trata esta actividad?

Los cometas son objetos maravillosos y misteriosos para nuestros estudiantes. Después del regreso del Cometa Halley en 1985, vimos el impacto del cometa Shoemaker-Levy 9 contra Júpiter en 1994. Esta actividad le da la oportunidad a los estudiantes de observar la superficie irregular, la composición oscura, el carácter delicado y hasta el ocasional escape de gas, en un cometa. Todos estos rasgos están basados en la información que han recopilado los científicos observando los cometas a través de los años y, especialmente, en los datos obtenidos observando el paso del Cometa Halley cerca de nuestro planeta.

Haciendo un cometa en el salón de clases se puede hacer como una demostración del maestro o una actividad divertida para los estudiantes.

¿Qué harán los estudiantes?

Los estudiantes observarán como se crea un cometa con ingredientes comunes (hielo seco, tierra, agua). Los estudiantes mayores, con instalaciones apropiadas y suficiente hielo seco, podrán hacer su propio cometa.

Consejos y sugerencias

- Tenga cuidado con el hielo seco. Use siempre guantes o mitones para hornos. Si los estudiantes manejan el hielo seco, repase los procedimientos de seguridad y qué hacer si el hielo entra en contacto con la piel.
- Para estudiantes más pequeños, haga esta actividad como una demostración. Pídale a sus estudiantes que noten las proporciones de los ingredientes, las características del color y la superficie, los chorros y la lenta desintegración.
- A los estudiantes mayores, pídales que creen sus propios cometas mezclando todos los ingredientes en una bolsa de plástico. Si se siente valiente, permita que los estudiantes dejen "volar"sus cometas arrojándolos afuera en una área abierta.
- Para simular el movimiento del cometa a través del Sistema Solar, sostenga el cometa a medida que camina alrededor de un lámpara brillante (el Sol) en un cuarto oscuro. Lejos de la lámpara, camine lentamente y comente sobre la baja temperatura y luz débil. Acercándose a la lámpara, describa el paso por Saturno y Júpiter. Mencione que cerca de Marte el cometa se comienza a calentar tanto que se empieza a formar la cola. Camine más rápidamente hacia la lámpara (la mayor atracción gravitacional entre el Sol y el cometa hace que el cometa viaje más rápido), dé la vuelta alrededor de la bombilla y aléjese, moviendo el cometa. Continúe esta actividad con las fotos del Cometa Halley, tomadas por la sonda espacial Giotto.
- Lugares donde obtener el hielo seco: tiendas de helado, supermercados, carnicerías.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Composición de los cometas	Observación	Estructura
Líquidos y gases a diferentes temperaturas	Visualización	Energía
	Descripción	

HACIENDO UN COMETA EN EL SALÓN DE CLASES

por Dennis Schatz
Pacific Science Center

Una manera dramática y efectiva de comenzar la unidad sobre cometas es hacer uno propio frente al salón de clases. Los ingredientes no son difíciles de conseguir y la operación de construir el cometa es algo que los estudiantes recordarán por mucho tiempo.

LOS "INGREDIENTES" PARA UN COMETA DE 15 CM SON:

- 2 tazas de agua
- 2 tazas de hielo seco (bióxido de carbono congelado)
- 2 cucharadas de arena o tierra
- Una pizca de amoníaco
- Una pizca de material orgánico (miel oscura de maíz funciona bien)

OTROS MATERIALES QUE DEBE TENER A MANO SON:

- Caja para el hielo
- Un recipiente grande para mezclar (de plástico, si es posible)
- 4 bolsas de basura medianas (plásticas)
- Guantes de trabajo.
- Un martillo, machacador de carne o mazo de goma
- Una cuchara grande para mezclar
- Papel absorbente

Puede adquirir el hielo seco de las compañías de hielo en la mayoría de las ciudades (busque bajo "hielo" en las páginas amarillas para encontrar una compañía local). Hielo seco que tenga un día de hecho funciona mejor. Por lo tanto, sería bueno que lo comprara la tarde antes del día de la actividad. Mantenga el hielo seco en una caja para hielo. Empáquelo con papel de periódico en un contenedor hermético. La mayoría de las compañías de hielo venden un mínimo al tiempo (usualmente 5 libras). Tener hielo seco extra es útil porque un poco se evaporará. Es aconsejable practicar esta actividad al menos una vez, antes de hacerla en clase.

LA ACTIVIDAD

Aquí están los pasos para hacer el cometa de 15 cm (¡los estudiantes servirán como ayudantes de cocina!)

1. Corte y abra una bolsa de basura y úsela para cubrir el interior de su recipiente para mezclar.
2. Ponga todos los ingredientes frente a usted.
3. Coloque el agua en el recipiente.
4. Añada la arena o tierra, mezcle bien.
5. Añada una pizca de amoníaco.
6. Añada una pizca del material orgánico (por ejemplo, la miel), revuelva hasta que esté bien mezclado.
7. Ponga tres bolsas de basura, una dentro de la otra y coloque el hielo seco dentro de ellas.
   (Asegúrese de usar guantes mientras está trabajando con hielo seco, para evitar quemaduras).
8. Muela el hielo seco usando el martillo.
9. Añada el hielo seco al resto de los ingredientes en el recipiente para mezclar, mientras lo revuelve vigorosamente.

©1985 por Dennis Schatz

10. Continúe revolviendo, hasta que la mezcla esté casi congelada.
11. Saque el cometa del recipiente, usando el plástico, y dele la forma de una bola de nieve.
12. Saque el cometa de la bolsa, tan pronto esté lo suficientemente congelado para mantener su forma.

Ahora puede colocar el cometa en exhibición para que los estudiantes lo vean durante el día y observen cómo se derrite y sublima (cambio del estado sólido al gaseoso, que es lo mismo que hace el bióxido de carbono a temperatura ambiente y los cometas en las condiciones del espacio interplanetario, cuando el Sol los calienta).

Es posible tocar momentáneamente el cometa sin quemarse con el hielo seco, pero es mejor tener una cuchara o palo para que los estudiantes lo examinen. A medida que el cometa comienza a evaporarse, los estudiantes notarán unos chorros de gas saliendo del mismo. Estos son los lugares donde el bióxido de carbono gaseoso escapa, a través de pequeños agujeros en el agua que sigue congelada. Este tipo de actividad también se detecta en los cometas verdaderos, donde los chorros pueden emitir suficiente cantidad de gas para producir pequeños cambios en la órbita del cometa.

Luego de varias horas, a medida que el bióxido de carbono se sublima más y antes de que el hielo se descongele, el cometa se convertirá en una bola de hielo llena de cráteres. Los verdaderos cometas se evaporan por sublimación, cada vez que pasan cerca del Sol. Al final, los cometas viejos se rompen en varias partes o se desintegran por completo. En algunos casos, el cometa puede tener un centro sólido y rocoso que queda viajando en la órbita del cometa como un asteroide.

©1985 por Dennis Schatz

HACIENDO UNA PELÍCULA DE UN COMETA

ACTIVIDAD 5.4

EDADES: 9-11

Fuente: Reimpreso con el permiso de *Return of the Comet* por Dennis Schatz, Derechos reservados ©1985 por Pacific Science Center. El libro está agotado. No se permite ningún tipo de reproducción de esta actividad sin el permiso escrito del Pacific Science Center(200 Second A. N., Seattle, WA 98109, U.S.A.), excepto que el Pacific Science Center da permiso a individuos que compren *El Universo a sus pies* para reimprimir las páginas con las imágenes para uso en el salón de clases.

¿De qué trata esta actividad?

El Cometa Halley es un cometa de período corto, con una órbita que se extiende desde Neptuno hasta el Sol. Modelando su órbita con una secuencia de imágenes, los estudiantes pueden observar que la cola del cometa solo empieza a desarrollarse dentro de la órbita de Júpiter. Verán que el cometa acelera a medida que se acerca al Sol, y que la cola siempre apunta en dirección opuesta al Sol. A pesar de que Halley no regresará al Sistema Solar interno hasta el año 2061, otros cometas no periódicos pueden acercarse al Sol en un futuro cercano: estos seguirán el mismo patrón que se demostró aquí.

¿Qué harán los estudiantes?

Los estudiantes recortarán las imágenes del Cometa Halley moviéndose en su órbita alrededor del Sol. Al poner las imágenes en secuencia, crearán una película. Los estudiantes podrán observar el movimiento del cometa, su cambio en rapidez alrededor del Sol, y el desarrollo y dirección de su cola.

Consejos y sugerencias

- No le diga a los estudiantes qué deben buscar. Después de que ellos construyan los libros, pídales que formen pequeños grupos y discutan sus observaciones. Pídale a los grupos que desarrollen hipótesis para lo que ven. Combine los grupos para compartir los resultados y dirija la discusión para que incluya la luz del Sol, la gravedad, y el viento solar.
- Señale que el Cometa Halley no orbita dentro del plano del Sistema Solar, como pudieran sugerir las imágenes. Puede que los estudiantes se pregunten si Halley podría chocar alguna vez con un planeta como lo hizo Shoemaker- Levy 9 con Júpiter en el 1994. La órbita de Halley, como muchos otros cometas, está muy inclinada con respecto al plano de los planetas. El cometa pasa la mayoría de su órbita por debajo de los planetas (para aquellos de nosotros en el hemisferio norte), y sólo se acerca a la trayectoria de los planetas cuando pasa cerca del Sol.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	**Habilidades de investigación**	**Ideas**
Conceptos	Observar	Interacciones
Cometas	Inferir	Pautas de cambio
Viento solar	Visualizar	
Órbitas		

5.4, Haciendo una película de un cometa

HAZ UNA PELÍCULA DE UN COMETA

Antes de la invención de las películas, la gente hacía que las imágenes se movieran tomando muchas fotografías, una detrás de otra, y sujetándolas con grapas. Al pasar la páginas rápidamente, los objetos parecían moverse. En esta actividad verás el movimiento de un cometa usando un libro de imágenes en movimiento.

Necesitas:

Estas dos páginas.

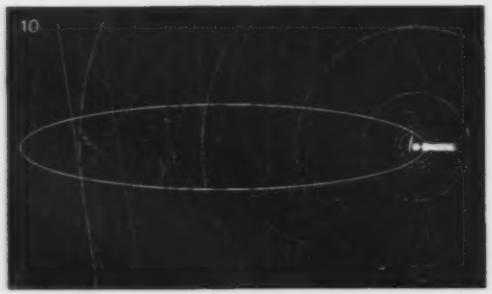
240

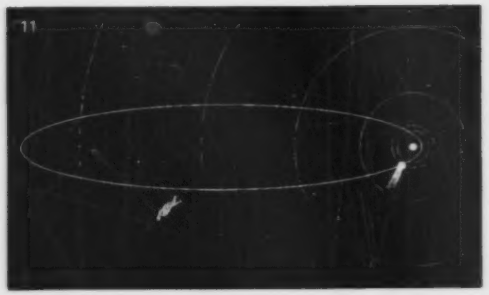
241

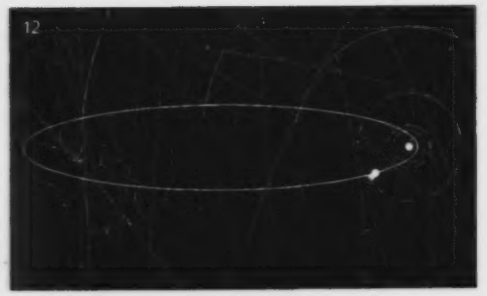
© 1985 por Pacific Science Center

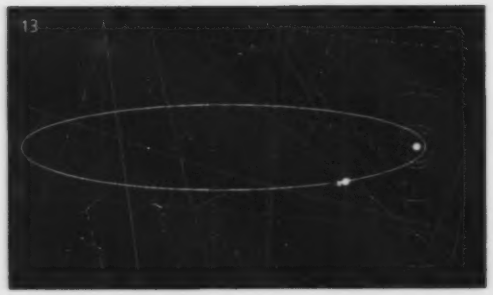
QUÉ HACER:

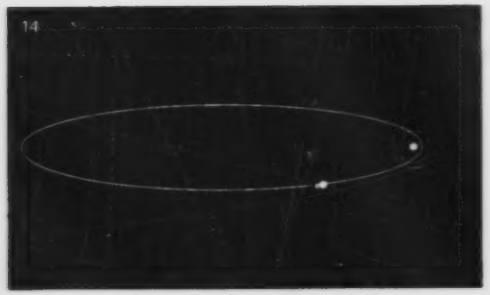
1. Recorta los dibujos de estas dos páginas. Ten cuidado al recortar a lo largo de las líneas.
2. Ponlas una sobre otra con la número uno en la parte de arriba. Abanícalas suavemente para que sea más fácil pasar rápidamente las páginas.
3. Pasa rápidamente las páginas varias veces para asegurarte que el movimiento es fluido. Intenta identificar al menos tres características sobre los cometas y su movimiento.

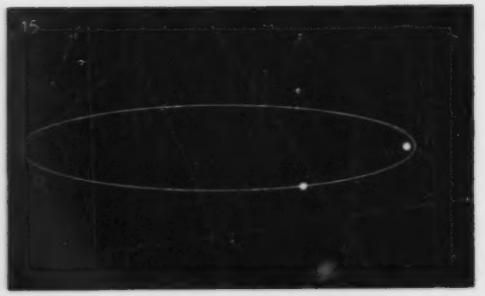


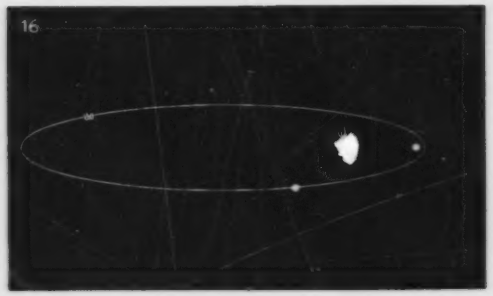


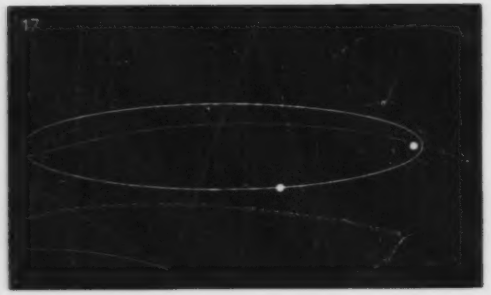


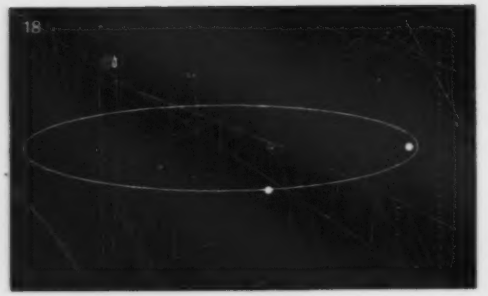












© 1985 por Pacific Science Center

5.4, Haciendo una película de un cometa

MÁS SOBRE EL MOVIMIENTO DEL COMETA

El libro de imágenes en movimiento te permite ver que el cometa sólo tiene cola cuando está cerca del Sol. El cometa empieza a derretirse a medida que se acerca a la órbita de Júpiter, aproximadamente a 800 millones de kilómetros del Sol. Los gases congelados son liberados para formar la coma, que se incrementa de tamaño a medida que el cometa se acerca al Sol. En la mayoría de los cometas, la cola se forma cuando se acercan a la órbita de Marte, aproximadamente a 250 millones de kilómetros del Sol. La cola crece a medida que el cometa se acerca al Sol. Después comienza el proceso inverso.

La observación más dramática e inesperada que se puede hacer con una película como la de esta actividad es que la cola del cometa siempre apunta lejos del Sol. El viento solar, que siempre sopla desde el Sol, hace que la cola apunte en dirección opuesta al Sol, de la misma manera en que el humo siempre se mueve en dirección del viento.

Nota que el cometa se mueve lentamente en su órbita cuando está lejos del Sol y rápidamente cuando está cerca del Sol. Es fácil entender por qué, si miramos cómo funciona la atracción de la gravedad entre el Sol y el cometa. La gravedad es una fuerza que hace que un objeto atraiga a todos los otros objetos. La atracción de la gravedad de la Tierra te mantiene unido a la Tierra y la gravedad del Sol mantiene a la Tierra y al Cometa Halley en órbita alrededor del Sol. La atracción de la gravedad es mayor cuando dos objetos están cerca. Dado que el cometa está siendo atraído más fuertemente cuando está cerca del Sol, viajará más rápido que cuando está lejos del Sol.

BEST COPY AVAILABLE

© 1985 por Pacific Science Center

SECCIÓN 6

BUSCANDO ESTRELLAS Y CONSTELACIONES

INFORMACIÓN DE FONDO: BUSCANDO ESTRELLAS Y CONSTELACIONES

A lo largo de los siglos, la gente ha mirado las estrellas como ayuda para navegar los océanos y los desiertos, para saber cuándo plantar y cosechar y para preservar sus mitos y folclor. Los antiguos usaban la aparición o desaparición de ciertas estrellas durante el año para marcar las estaciones. Para hacer más fácil la lectura de este calendario celestial, agrupaban las estrellas brillantes en patrones y formas fácilmente reconocibles. Estas son las constelaciones.

Hoy en día los astrónomos reconocen oficialmente 88 constelaciones, las cuales cubren todo el cielo en los hemisferios norte y sur. Actualmente están representados en el cielo nocturno 14 hombres y mujeres, nueve pájaros, dos insectos, 19 animales de tierra, 10 criaturas del mar, dos centauros, un mechón de pelo, una serpiente, un dragón, un caballo volador, un río y 29 objetos inanimados (el total es más de 88 porque algunas constelaciones incluyen más de una criatura). La gran mayoría de los grupos de estrellas se parecen muy poco a las figuras que se supone representan. Los que idearon las constelaciones seguramente tenían en mente representaciones simbólicas, no literales, de sus animales o heroes favoritos, algo así como un "Salón de la Fama" celestial.

Nuestro sistema moderno de constelaciones nos llega de los antiguos griegos. La descripción más antigua de las constelaciones que usamos proviene de un poema, el "Phaenomena", escrito aproximadamente en el 270 A.C. por el poeta griego Aratus. Es evidente por el poema que las constelaciones mencionadas vienen desde antes de Aratus. Nadie está seguro exactamente dónde, cuándo o por quién fueron inventadas, aunque se cree que se originaron con los antiguos babilonios y sumerios. De allí, la tradición de las constelaciones pasó a Egipto, donde los primeros estudiosos griegos aprendieron y escribieron sobre ellas.

En el 150 d.C., el científico griego Ptolomeo publicó un libro conocido por su nombre en árabe como "El Almagesto". El libro contiene un resumen del conocimiento astronómico de los griegos e incluye un catálogo de 1022 estrellas, con estimados de sus brillos, ordenadas en 48 constelaciones. Estas forman la base de nuestro sistema moderno de constelaciones. Con el transcurso de los años, los astrónomos han agregado constelaciones para llenar el vacío entre las figuras de Ptolomeo y para cubrir las estrellas del hemisferio sur, incompletas en el catalogo de "El Almagesto".

En su primera reunión en 1922, la Unión Internacional de Astronomía (IAU, por sus iniciales en inglés), el grupo que es responsable, entre otras cosas, de decidir los nombres de los objetos celestes, adoptó oficialmente la lista de 88 constelaciones que usamos hoy. En 1930 se adoptaron bordes definidos entre las constelaciones que a menudo se extienden más allá del grupo de estrellas en cuestión, de tal manera que cada estrella, nebulosa o galaxia, sin importar cuán debil, cae dentro de los límites de

una constelación. Esto significa que para los astrónomos de hoy en día las constelaciones se refieren no tanto a los patrones de las estrellas, como a ciertas áreas precisas del cielo. Cuando un astrónomo dice, "Anoche miré una estrella en Orión" esto no quiere decir necesariamente que la estrella sea parte del antiguo grupo de estrellas que se conoce como Orion el Cazador, sino que la estrella está en un sector del cielo al que también pertenece Orión.

Cada cultura de la Tierra ha visto figuras en las estrellas, aunque pocos han visto las mismas figuras. Por ejemplo, la Gran Cacerola es quizá la figura más facil de distinguir en el hemisferio norte. Esta no es una constelación por si misma, sino que hace parte de un grupo más grande conocido por los griegos como la Osa Mayor. Las siete estrellas de la Gran Cacerola han inspirado muchas historias, quizas porque son brillantes y están localizadas cerca del polo norte celeste, el punto alrededor del cual todas las estrellas parecen girar durante la noche. Pero no todos le llaman la Gran Cacerola. Los ingleses le llaman el Arado. En el sur de Francia, se le llama la Sartén. Para los antiguos mayas era un loro mitológico llamado Macaw. Los antiguos chinos creían que era un carroza para el emperador de los cielos o algun otro burócrata celestial. Para los Micmac del Canada, así como para otros grupos indígenas de América del Norte, la taza en la Gran Cacerola era un oso, y las estrellas en el mango representaban cazadores siguiendo al oso. En el siglo XIX en los EEUU, la Gran Cacerola pasó a ser un símbolo de libertad para los esclavos que huían del sur, quienes "seguían la calabaza" para escapar hacia el norte.

La tradición griega era nombrar las estrellas por su posición dentro de la constelación. Por ejemplo, Ptolomeo se refiere a una estrella describiéndola como "la rojiza en el ojo del sur". A esta la conocemos como Aldebarán, en la constelación de Tauro, el Toro. Estas descripciones rápidamente se vuelven complicadas. Ptolomeo se refiere a otra estrella en la constelación (obsoleta) de Argo, el Barco, como "la estrella más al norte de las dos estrellas cercanas sobre el escudo pequeño en la popa", lo cual es un poco complicado si uno está tratando de aprenderse el nombre de varias estrellas.

Cuando Al-Sufi, uno de los más grandes astrónomos árabes, publicó en el siglo X su propia versión de "El Almagesto" de Ptolomeo, introdujo muchos nombres individuales de estrellas. A través de los siglos, los beduinos árabes les habían dado nombres a las estrellas brillantes (por ejemplo, Aldebarán y Betelgeuse) porque veían a las estrellas individuales como la representación de gente y animales. Muchos de los significados originales ya habían sido olvidados en el siglo X, y algunos de los nombres dados por Al-Sufi son transcripciones directas de Ptolomeo. Por ejemplo, la estrella llamada Fomalhaut (en la constelación de Piscis) proviene del árabe "boca del pez en el sur", que es como Ptolomeo la describió en "El Almagesto".

Después del siglo X, el trabajo de Ptolomeo y otros fue reintroducido en Europa por los árabes del Islam, y los libros griegos fueron traducidos del árabe al latín, el language científico de aquellos días. Es así como conocemos el trabajo de Ptolomeo por la traducción al árabe y no por el original griego. Esto también explica porque tenemos un sistema de constelaciones griegas con nombres en latín que contienen estrellas con nombres árabes.

Con algunas excepciones, las estrellas en una constelación no tienen conexión la una con la otra. De hecho, están a distancias muy diferentes del Sol. Las posiciones al azar de las estrellas han creado los patrones que vemos en el cielo. Sin embargo, estas posiciones no son permanentes. Las formas que vemos hoy en día en las estrellas son muy similares a las que se veían cuando las constelaciones obtuvieron sus nombres, hace casi 3,000 años. De hecho, las estrellas parecen estar fijas en el cielo. Pero las estrellas están todas moviéndose con respecto al Sol y las unas con respecto a las otras, con velocidades de muchos kilómetros por segundo. Debido a que están tan lejos, se necesitarían miles de generaciones para ver cambios significativos en las constelaciones. Pero, con suficiente tiempo, cambiarán. Por ejemplo, en 50,000 años, el brazo de la Gran Cacerola aparecerá significativamente más doblado que hoy. Sin lugar a dudas, los nombres de las constelaciones no cambiarán, aun si las estrellas cambian de posición. Después de todo, las constelaciones son el resultado de la imaginación humana, no de la naturaleza

Mirando hacia arriba: Observando el cielo nocturno a simple vista

Actividad 6.1

Edades: 9-14

Fuente: Reimpreso con el permiso de Project Pulsar, St. Louis Science Center, 5050 Oakland Avenue, St. Louis, MO 63110, U.S.A. La publicación está agotada.

¿De qué trata esta actividad?
Esta es una maravillosa actividad de resumen para una noche de observación o "fiesta de estrellas". Aun sin telescopios, hay muchas cosas que los estudiantes pueden observar, incluyendo niveles de contaminación de luz, colores de las estrellas y posiblemente nebulosas extendidas de gas, polvo o grandes concentraciones de estrellas (si el cielo está oscuro y despejado). La actividad está diseñada para el hemisferio norte, aunque las recomendaciones generales son útiles para una fiesta de estrellas en cualquier lugar.

¿Qué harán los estudiantes?
Los estudiantes buscarán estrellas particulares y observarán sus colores y brillos característicos. Dependiendo de cuán oscuro esté el cielo, los estudiantes también podrán ver cúmulos de estrellas. Los estudiantes compararán el brillo relativo del cielo cerca de las ciudades para entender los niveles de contaminación de luz.

Consejos y sugerencias
- Considere distribuir el material por adelantado como una guía para la fiesta de estrellas con los estudiantes y sus familiares.
- Planifique la fiesta de estrellas como actividad central o culminante a su unidad de astronomía, e invite a familias y a otras clases.
- Contacte su club local de astronomía para ayudarle con la fiesta de estrellas, trayendo telescopios. Puede encontrar clubes de astronomía llamando a un planetario local o al departamento de astronomía de la universidad.
- Las fiestas de estrellas funcionan mejor cuando son estructuradas. Esta actividad provee observaciones estructuradas a los estudiantes.
- Una herramienta especialmente útil para aprenderse las estrellas brillantes y constelaciones para cada estación es un conjunto de cintas de audio llamado *Tapes of the Night Sky*, de la ASP.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
La sensibilidad del ojo	Observar sistemáticamente	Escala
Contaminación de luz		Patrones de cambio
Rotación de la Tierra		

MIRANDO HACIA ARRIBA: OBSERVANDO EL CIELO NOCTURNO A SIMPLE VISTA

INTRODUCCIÓN

Una sesión de observación no es el tipo de actividad que se puede estructurar fácilmente en una secuencia de acciones específicas. Debe ser, en cambio, un tiempo de descubrimiento para los estudiantes. También puede ser una tremenda fuente de preguntas para que los estudiantes investiguen más tarde, en el salón de clases. Como actividad de seguimiento, pueden re-explorar los cielos después, en una segunda fiesta de estrellas, armados con sus nuevos conocimientos. Se recomienda que el maestro y otros supervisores adultos que vayan con los estudiantes a las sesiones de observación nocturnas lean la información de fondo que se ofrece abajo.

MATERIALES NECESARIOS

El cielo nocturno en una noche relativamente clara. Un lugar de observación lo suficientemente oscuro para ver más que las estrellas más brillantes. Tablas de estrellas o mapas de estrellas dibujados a mano, listos antes de empezar la sesión de observación. Linternas. Algunas áreas requerirán algún tipo de carpa o plástico para cubrir el suelo y así poder observar cómodamente. Una vista sin obstrucción del cielo.

Nota:

Mucha gente en su comunidad probablemente disfruta de la astronomía como pasatiempo. Es bueno preguntar para encontrar a alguien que pueda ayudar con la sesión de observación.

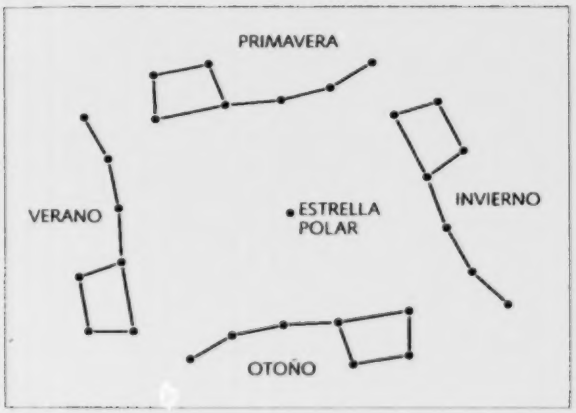
PROCEDIMIENTO

Acuéstese boca arriba en un lugar con una vista clara del cielo. Tome unos momentos, de 3 a 5 minutos, para apreciar todo lo que está viendo. ¿Tienen todas las estrellas el mismo brillo? ¿Cómo están distribuidas? ¿Puede ver algunas imágenes de estrellas o constelaciones? ¿Puede crear alguna constelación propia?

Una vez se ha "sintonizado" a la noche, será evidente que algún tipo de organización se debe imponer en los cielos para entender lo que ve, para ayudarle a describir y decirle a otros lo que está viendo.

La primera manera de organizar el cielo es usando los cuatro puntos cardinales básicos: norte, sur, este y oeste. ¿Cómo podemos encontrar estas direcciones? Puede usar una brújula. Si no tiene una, hitos familiares pueden servir para indicar la dirección. Cada día, un marcador gigante se levanta por el este en la mañana, y suavemente se pone en el oeste cada noche; el Sol puede mostrar tres direcciones directamente y la dirección del norte se puede inferir. Aun si no usa el Sol, puede usar las estrellas para encontrar los puntos cardinales.

Por miles de años, la gente en la Tierra ha tratado de hallar maneras de usar las estrellas. Hoy en día podemos usar al menos una técnica usada también por los antiguos. En cualquier noche despejada, podemos hallar la constelación conocida por los astrónomos como Osa Mayor, o como se conoce más familiarmente, la Gran Cacerola. Desde lugares como St. Louis (en los EEUU), este grupo conspicuo de siete estrellas se puede ver en el norte en las posiciones aproximadas que se muestran en la página siguiente.

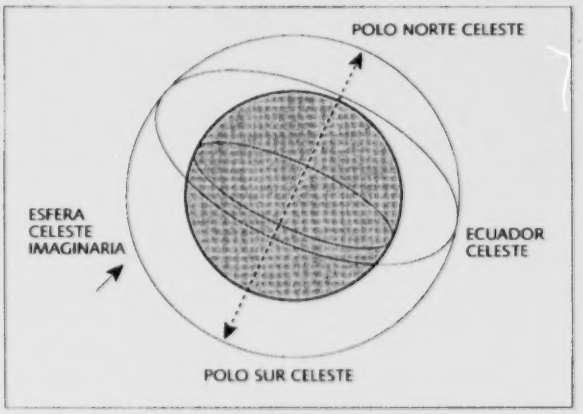


(Nota: Todas los dibujos se muestran alrededor de las 9 p.m.)

Una vez halla encontrado la Gran Cacerola, mire a las dos estrellas en los extremos de la taza. Estas estrellas apuntan a la Estrella Polar. Una línea imaginaria dibujada a través de ellas y extendida a lo largo del cielo cruzará una estrella poco espectacular, aunque bastante brillante. Esta estrella es la Estrella Polar, la Estrella del Norte, y marca la dirección hacia el norte. Cuando uno mira hacia la Estrella Polar, está mirando exactamente al norte.

La Estrella Polar recibe su nombre por su posición única en el cielo. Por coincidencia, el extremo norte del eje de rotación de la Tierra apunta hacia una región del espacio cercana a la Estrella del Norte. El polo norte del cielo es llamado el Polo Norte Celeste por los astrónomos.

Por esta razón, a medida que la Tierra rota o gira en su eje cada día, todas las estrellas, excepto la Estrella Polar, parecen moverse con el tiempo. La mayoría parecen salir en el este y ponerse en el oeste, de la misma manera que el Sol. Otras estrellas, cercanas a la Estrella Polar y llamadas circumpolares,



nunca se ocultan debajo del horizonte y continuamente circundan el Polo Norte Celeste, día tras día. Solo la Estrella Polar, dado que está tan cerca al polo, parece inmóvil.

Una vez la Gran Cacerola ha sido usada para localizar la Estrella Polar y la dirección norte, se pueden encontrar el sur, este y el oeste. Cuando mire hacia el norte, el este estará a su mano derecha, el oeste a su mano izquierda y el sur directamente detrás suyo.

La Gran Cacerola y la Estrella Polar pueden usarse como señales para otros grupos de estrellas o constelaciones. Por ejemplo, en los cielos de la primavera y el verano, el arco del mango de la Gran Cacerola se puede extender fuera de la Cacerola hasta alcanzar la estrella brillante Arturo, en la constelación de Boötes, el Vaquero. Usted puede "formar un arco hasta Arturo". Estos "saltos" entre constelaciones son una manera muy efectiva de aprender las constelaciones.

ACTIVIDADES ADICIONALES

Como se mencionó al principio de esta actividad, los estudiantes que realmente estén mirando al cielo por primera vez empezarán a ver cosas que no habían notado antes. Alguna de estas "revelaciones" pueden servir como temas para investigación individual o de la clase. Algunos temas que pueden surgir aparecen en la lista que sigue.

1. ¿Cuáles son las historias o mitos detrás de las figuras de las constelaciones?
2. ¿Por qué algunas estrellas son más brillantes que otras? (No todas las estrellas están a la misma distancia de nosotros, así que las más cercanas son más brillantes que aquellas que están más lejos; de la misma manera las luces de las calles cercanas se ven más brillantes que aquellas de calles distantes. También, algunas estrellas son intrínsecamente más brillantes que otras).
3. ¿Por qué las estrellas titilan? (El efecto de centelleo o titileo es el resultado de los rayos de luz estelar siendo desviados por las capas en movimiento de la atmósfera tenestre).
4. Algunos estudiantes pueden ver una "estrella fugaz". Estas no son realmente estrellas, sino pequeños pedazos de polvo planetario, que caen a través de nuestra atmósfera. A medida que caen, son calentados por la fricción con las partículas del aire. El calentamiento hace que brillen.
5. ¿Por qué las estrellas son de distintos colores? (Las estrellas tienen diferentes colores debido a las diferencias de temperatura entre ellas. Las estrellas calientes son azules o blancas, mientras que las estrellas más frías son rojas o anaranjadas).

SUGERENCIAS GENERALES PARA OBSEVAR

- Necesitará aproximadamente 45 minutos para que los ojos se ajusten completamente a la oscuridad, así que no trate de ver objetos muy débiles justo después de salir.
- Observe desde un área lo más libre de luces como sea posible, aunque se pueden hacer observaciones útiles desde cualquier lugar (excepto justo debajo de una luz). Procure tener tan amplio campo de visión como sea posible.
- Luego de que sus ojos estén adaptados a la noche, la única luz que no estropeará esta adaptación será luz roja tenue. Para leer los mapas de estrellas o ver por donde camina, cubra una linterna con un globo rojo o haga que el rayo de luz brille a través de sus dedos para que sus capilares sanguineos enrojezcan la luz. Algunos maestros compran celofán rojo y distribuyen cuadrados del mismo y bandas de goma para sostenerlos sobre las linternas.
- Encuentre primero los puntos cardinales. Después, use las contelaciones que conoce para "saltar" a otras nuevas. Planee sus "saltos", usando los mapas de estrellas.
- Para observar objetos débiles, no mire directamente a ellos. Obsérvelos por el rabillo del ojo. Los bordes de su retina (la parte del ojo que recoje luz) son mucho más sensibles a la luz débil que el centro. Dirija sus ojos a un punto justo a la derecha o izquierda del objeto débil para poder usar esa visión periférica.

Relojes estelares

Actividad 6.2

Edades: 10-14+

Fuente: Reimpreso con el permiso de *Astro Adventures*, por Dennis Schatz y Doug Cooper. Derechos reservados © 1994 por el Pacific Science Center. No se permite reproducción de ningún tipo de esta actividad sin el permiso escrito del Pacific Science Center. Ordene *Astro Adventures* del Arches gift Shop, Pacific Science Center, 200 Second Ave. N., Seattle, WA 98109-4895, U.S.A.; Tel. (206) 443-2001.

¿De qué trata esta actividad?

Antes de que los humanos tuvieran relojes con discos luminosos o relojes digitales, las personas usaban las estrellas para saber la hora durante la noche. Esta actividad enseña a los estudiantes cómo se puede usar la Gran Cacerola como reloj para indicar la hora local. La actividad está diseñada para el hemisferio norte.

¿Qué harán los estudiantes?

Los estudiantes construirán un reloj estelar y aprenderán a poner el reloj en la hora correcta, basados en la posición de la Gran Cacerola. Los estudiantes usarán la posición de la Gran Cacerola para indicar la hora. También podrán predecir dónde estará la Gran Cacerola a cierta hora de la noche.

Consejos y sugerencias

- Esta actividad describe el uso de un planisferio, que los estudiantes construirán en la *Actividad 6.3, Identificando estrellas con un planisferio*. Sin embargo, la actividad se puede hacer antes que los estudiantes construya el planisferio, usando las estrellas en el patrón de "Relojes estelares"

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Movimientos de las constelaciones del hemisferio norte	Observar	Pautas de cambio
Rotación de la Tierra	Predecir	Modelos

RELOJES ESTELARES

por Dennis Schatz y Doug Cooper
Pacific Science Center

Nuestro concepto del tiempo diurno está basado en el movimiento y posición del Sol. Esta actividad reta a los estudiantes a encontrar la hora durante la noche con un "reloj estelar". Tendrán que determinar la orientación correcta para que funcione el reloj. El no perder de vista las posiciones de las constelaciones ayuda a los estudiantes a entender visualmente la relación entre los cambios en las posiciones y nuestro concepto del tiempo.

CONCEPTO

El movimiento y posición de las constelaciones se pueden usar para dar la hora.

OBJETIVOS

Los estudiantes:

- construirán relojes estelares
- determinarán la hora local usando los relojes estelares
- harán observaciones sobre el pasar del tiempo, usando los relojes estelares
- explicarán la relación entre el movimiento de las estrellas y nuestro concepto del tiempo

MATERIALES

- Patrones de "Relojes estelares"
- Planisferio de la *Actividad 6.3, Identificando estrellas con un planisferio*
- Modelo grande del reloj estelar, hecho en cartulina (opcional)
- Asilla
- Tijeras
- Goma

PROCEDIMIENTO

Preparación por adelantado: Saque copias de los patrones de los relojes estelares para cada estudiante. Puede crear una versión grande de la sección con las constelaciones del reloj estelar, para usarlo como herramienta de enseñanza.

1. Pídale a los estudiantes que le digan la hora. Pregúnteles cómo obtuvieron esa información. Pregunte cómo habrá sabido la hora la gente de tiempo atrás. ¿Qué instrumentos usarían? (Tome sugerencias: por ejemplo, usando las estrellas, usando el Sol, gotas de agua o derramando arena).
2. Pregúntele a los estudiantes cómo se sabía la hora antes que se inventaran los relojes mecánicos. Trate de que la discusión incluya ideas sobre las estrellas y los cambios en sus posiciones.
3. Pídale a sus estudiantes que saquen sus planisferios. Pídales que coloquen sus planisferios en la posición de las estrellas a las 10:00 pm, usando el campo de las constelaciones. Deles tiempo para que observen la posición de las estrellas y constelaciones. Después, pídales que coloquen el planisferio para las 4:00 pm. Haga que describan las diferencias en las constelaciones entre esas dos posiciones. Discuta sus observaciones y conclusiones. (Estos cambios se deben a la rotación diaria de la Tierra).

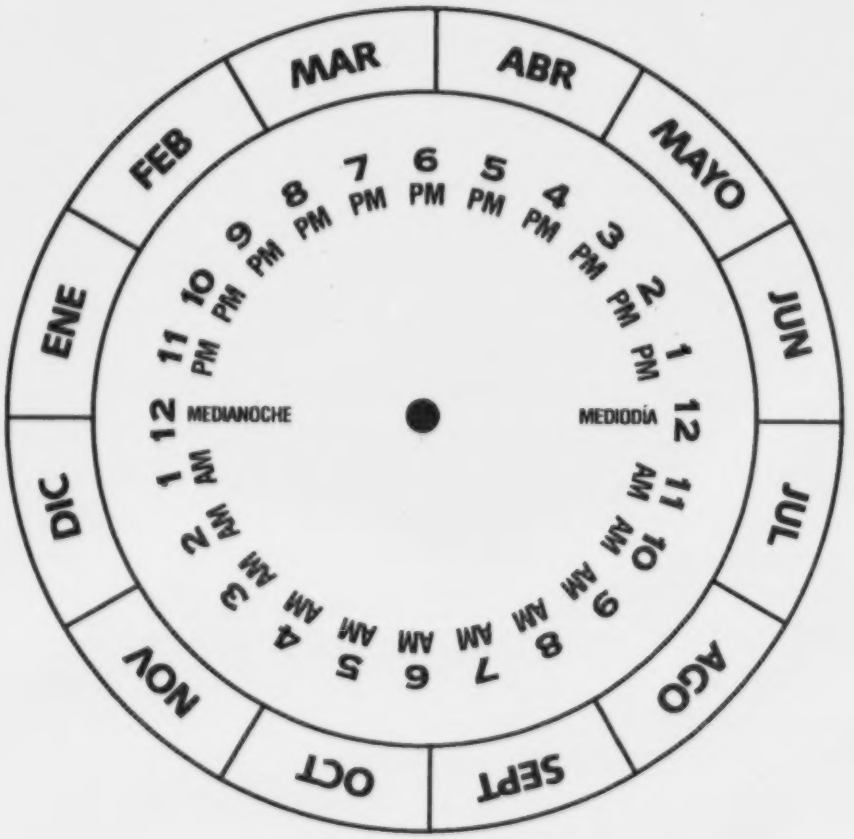
© 1994 por Pacific Science Center

4. Distribuya la copia de los patrones de "Relojes estelares" y las asillas. Pídale a los estudiantes que recorten las piezas y monten sus relojes, poniendo el disco con las palabras "La Hora Es" encima del disco con los meses. Una asilla en el centro de ambos discos los mantendrá unidos.
5. Pídale a los estudiantes que regresen a sus planisferios. Recuérdeles que las posiciones de las estrellas son diferentes a diferentes horas. Explíqueles que el reloj estelar es un planisferio simplificado y que puede ser usado para dar la hora en la noche.
6. Para usar el reloj estelar, pídale a los estudiantes que miren hacia el lado norte del cielo, sosteniendo el reloj estelar de tal manera que el mes esté en la parte de arriba del círculo. Deberán dar vuelta al disco negro, hasta que el dibujo de la Gran Cacerola se alinee con la posición de la Gran Cacerola en el cielo. (Una versión grande del disco negro puede ayudar a los estudiantes a alinear las constelaciones de sus relojes). Pídale a los estudiantes que digan la hora, leyendo sus relojes estelares.
7. Para practicar el uso del reloj estelar, pida a cada estudiante que escoja una hora para irse a una viaje a la Galaxia Andrómeda y que ponga sus relojes en la hora correcta. Observe las constelaciones y, usando el modelo grande, dele vuelta al disco negro. Cuando la orientación de las constelaciones en el modelo grande esté de acuerdo con la que cada estudiante ha seleccionado, el estudiante deberá imitar el sonido de un reloj despertador. Ya que los estudiantes han escogido diferentes horas, esté preparado para los sonidos a diferentes horas.
8. El reloj estelar se puede usar de diferentes maneras. La posición de las estrellas puede usarse para dar la hora de la noche o el reloj puede predecir cuál será la posición de la Gran Cacerola en una hora específica, lo cual facilitará el encontrarla en el cielo. Recuérdele a los estudiantes que cuando usen el reloj estelar deben mirar hacia la Estrella Polar. Rételos a tratar de usar sus relojes en casa, durante la noche.

Nota:
Si es hora de verano, los estudiantes necesitarán sumarle una hora a la dada por el reloj estelar.

© 1994 por Pacific Science Center

RELOJES ESTELARES



BEST COPY AVAILABLE

© 1994 por Pacific Science Center

IDENTIFICANDO ESTRELLAS CON UN PLANISFERIO

ACTIVIDAD 6.3

EDADES: 4-6+

Fuente: Reimpreso con el permiso de *Astro Adventures*, por Dennis Schatz y Doug Cooper. Derechos reservados © 1994 por el *Pacific Science Center*. No se permite ningún tipo de reproducción de esta actividad sin el permiso escrito del *Pacific Science Center*. Ordene Astro Adventures a través del *Arches Gift Shop, Pacific Science Center*, 200 Second Ave. N., Seattle, WA 98109-4895; U.S.A.; Tel: (206) 443-2001.

¿De qué trata esta actividad?
Esta actividad permite a los estudiantes crear un mapa de estrellas económico y útil, apropiado para las latitudes entre 35 y 45 grados norte o sur. Estos planisferios, así llamados porque representan un cielo esférico en un plano de papel, ayudan a los estudiantes a localizar las constelaciones visibles en cualquier hora para cualquier fecha. También se pueden usar para reforzar el concepto de que el cielo parece "cambiar" según un patrón predecible.

¿Qué harán los estudiantes?
Los estudiantes crearán un simple planisferio, usando sólo tijeras, goma, copias maestras y papel rígido de folder de manila. Los estudiantes responderán las preguntas al final de la actividad para ayudarlos a entender cómo se usa el planisferio.

Consejos y sugerencias

- Considere asignar preguntas adicionales basadas en las constelaciones que son visibles en el momento del año particular cuando usted haga esta actividad.
- La rueda de estrellas no muestra las estrellas tenues entre las constelaciones más prominentes, ni las posiciones de los planetas, las cuales varían constantemente. Como actividad de seguimiento, una vez los estudiantes aprendan a usar el planisferio, use los calendarios celestes mensuales que aparecen en las revistas de astronomía como *Sky & Telescope* o *Astronomy*, los cuales incluyen más estrellas, nombres de estrellas y planetas visibles.
- Note que muchas constelaciones, especialmente aquellas cerca del horizonte, no se ven como en el planisferio. El cielo, en forma de esfera, se distorsiona cuando se representa en un plano. Una constelación como Escorpio, la cual realmente parece un escorpión, no se ve en el cielo como se muestra en el planisferio.
- Deberá usar el planisferio apropiado para su hemisferio. El del hemisferio norte dice "Sur" en la esquina inferior izquierda. El del hemisferio sur dice "Norte". Asegúrese de usar las ruedas de estrellas apropiadas. Si usted está cerca del ecuador necesitará usar ambos planisferios.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Rotación del cielo durante el año	Observar	Pautas de cambio
	Usar instrumentos	Modelos y simulaciones

IDENTIFICANDO ESTRELLAS CON UN PLANISFERIO

por Dennis Schatz y Doug Cooper
Pacific Science Center

Un mapa estelar ayuda a localizar diferentes constelaciones, de la misma manera que un mapa de carreteras ayuda a localizar diferentes ciudades. En esta actividad los estudiantes construyen un planisferio para hallar las constelaciones visibles en el cielo, durante el año.

CONCEPTOS

- Cada constelación se mantiene fija con respecto a otras.
- Las constelaciones aparecen en el cielo en diferentes momentos debido a la rotación diaria de la Tierra y a la órbita de nuestro planeta alrededor del Sol.

OBJETIVOS

Los estudiantes:

- construirán un planisferio
- identificarán constelaciones usando un planisferio
- observarán el efecto de las estaciones en las constelaciones

MATERIALES

- patrones para el planisferio: portador y dos ruedas de constelaciones
- tijeras
- carpetas de manila (una y media para cada planisferio)
- goma
- grapadora

PROCEDIMIENTO

Preparación por adelantado: Haga suficientes copias de los patrones del planisferio para cada estudiante. Construya uno de muestra. Esto ayudará a los estudiantes a entender mejor el aspecto del producto final.

CONSTRUYENDO EL PLANISFERIO

1. Distribuya un folder (cartapacio o carpeta) de manila y el patrón del portador del planisferio para cada estudiante.
2. Pídale a los estudiantes que peguen el patrón del portador al frente del folder, con el borde este-sur (o oeste-norte, si está en el hemisferio sur) del portador a lo largo del pliegue del folder.
3. Pídales que recorten el planisferio (incluyendo el óvalo) como se indica. Los estudiantes deberán engrapar el planisferio al folder, colocando las grapas exactamente en las líneas indicadas.
4. Distribuya las copias de la rueda de constelaciones y media carpeta para cada estudiante. Dígales que peguen una de las ruedas de constelaciones en un lado de la carpeta. Pídales que recorten y peguen la otra rueda de constelaciones en la parte de atrás. Esta técnica facilita el alinear el círculo de las dos ruedas. No será posible alinear las fechas en las dos ruedas.
5. Pídales que inserten la rueda estelar entre las páginas del portador, para que el campo estelar simple aparezca a través del óvalo. Una vez la rueda estelar esté completamente insertada, pruebe que la rueda estelar se mueve libremente. Verifique que la línea negra debajo de las fechas en la rueda estelar se alinea, aproximadamente, con el borde del planisferio donde aparece la hora del día.

© 1994 por Pacific Science Center

USO DEL PLANISFERIO

1. Antes de salir a usar el planisferio, practique usándolo en el aula. Pídale a los estudiantes que alineen la fecha actual en la rueda de constelaciones con la hora en el portador. Las siguientes preguntas e instrucciones les ayudarán a familiarizarse con el planisferio.
   a. Supón que vas a observar a las 9:00 pm esta noche. ¿Qué constelaciones serán visibles?
   b. Gira el disco hasta las 11:00pm de esta noche.
      1. ¿Cuáles son las constelaciones visibles?
      2. ¿Qué constelaciones eran visibles a las 9:00 pm, pero ya no lo son a las 11:00 pm?
      3. ¿En qué dirección del horizonte (norte, sur, este u oeste) desaparecen las constelaciones?
      4. ¿Qué constelaciones son visibles a las 11:00 pm, pero no a las 9:00 pm?
   c. Gira el disco hasta las 5:00 am, justo antes del amanecer.
      1. ¿Que constelaciones visibles a las 9:00 pm aun lo son a las 5:00 am?
      2. Describe el movimiento que siguen las contelaciones, desde las 9:00 pm hasta las 6:00 am.
      3. Dale un giro completo al disco, lo cual representa un día de 24 horas. ¿Cuáles constelaciones nunca se ponen (siempre están sobre el horizonte)?
   d. Pon el planisferio sobre tu cabeza para que el "Norte" del planisferio apunte al norte (o el "Sur" apunte al sur, si estás en el hemisferio sur). Las estrellas que están en el óvalo son las que se pueden ver por encima de tu cabeza a la hora y fecha que indica el planisferio. El borde del óvalo representa el horizonte. Las estrellas cerca del óvalo están cerca del horizonte. El centro del óvalo es el punto directamente encima de tu cabeza, cuando miras al cielo. Este punto se llama el cenit. Las estrellas cerca del centro del óvalo estarán sobre tu cabeza, cuando estés observando.
   e. Ahora estás listo para ir en busca de estrellas. Una pequeña linterna te ayudará a leer el planisferio en la noche. Plástico rojo, papel celofán rojo o un globo rojo sobre el frente de la linterna te permitirá leer las letras en el planisferio y no reducirá tu capabilidad para ver estrellas débiles en el cielo.

Nota al maestro: Pídale a los estudiantes que practiquen con sus planisferios, apuntando hacia dónde esperan encontrar las constelaciones.

2. El campo estelar simple muestra las estrellas más brillantes, visibles en las constelaciones mayores. Estas estrellas se pueden encontrar fácilmente, especialmente cuando son vistas desde una ciudad donde las luces dificultan ver las estrellas débiles. Una vez que los estudiantes estén familiarizados con la búsqueda de las estrellas brillantes, pueden darle vuelta a la rueda y tratar de encontrar las estrellas débiles. Algunas de estas no serán visibles, a menos que se observen desde un lugar lejos de las luces de la ciudad.
3. Una vez los estudiantes se hayan familiarizado con las constelaciones más brillantes, podrán usarlas como guías para el cielo. Por ejemplo, pueden usar las estrellas exteriores de la taza de la Gran Cacerola para ayudarlos a encontrar la Estrella Polar. Pídales que se inventen su propia técnica para hallar otras constelaciones.

© 1994 por Pacific Science Center

EL PLANISFERIO – EL HEMISFERIO NORTE

Pega al cartapacio de manila, alineando este borde con el lado doblado del cartapacio . Recorta el borde del planisferio, pero no el borde doblado.

Coloca este lado a lo largo del lado doblado del cartapacio.

© 1994 por Pacific Science Center

BEST COPY AVAILABLE

EL PLANISFERIO – EL HEMISFERIO SUR

Pega al cartapacio de manila, alineando este borde con el lado doblado del cartapacio . Recorta el borde del planisferio, pero no el borde doblado.

Coloca este lado a lo largo del lado doblado del cartapacio.

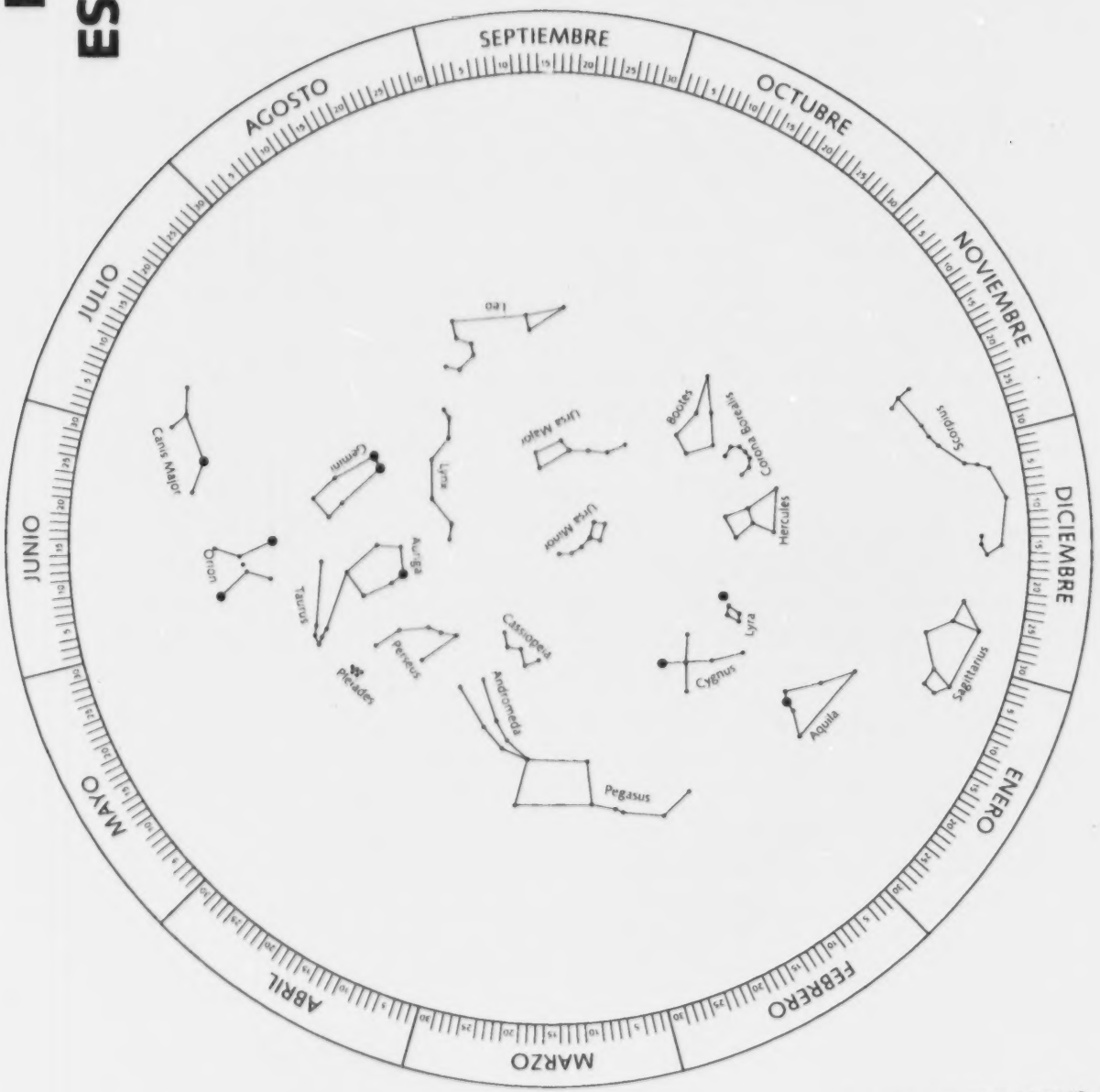
BEST COPY AVAILABLE

© 2002 por Pacific Science Center

6.3, Identificando estrellas con un planisferio

RUEDA ESTELAR

EL HEMISFERIO NORTE



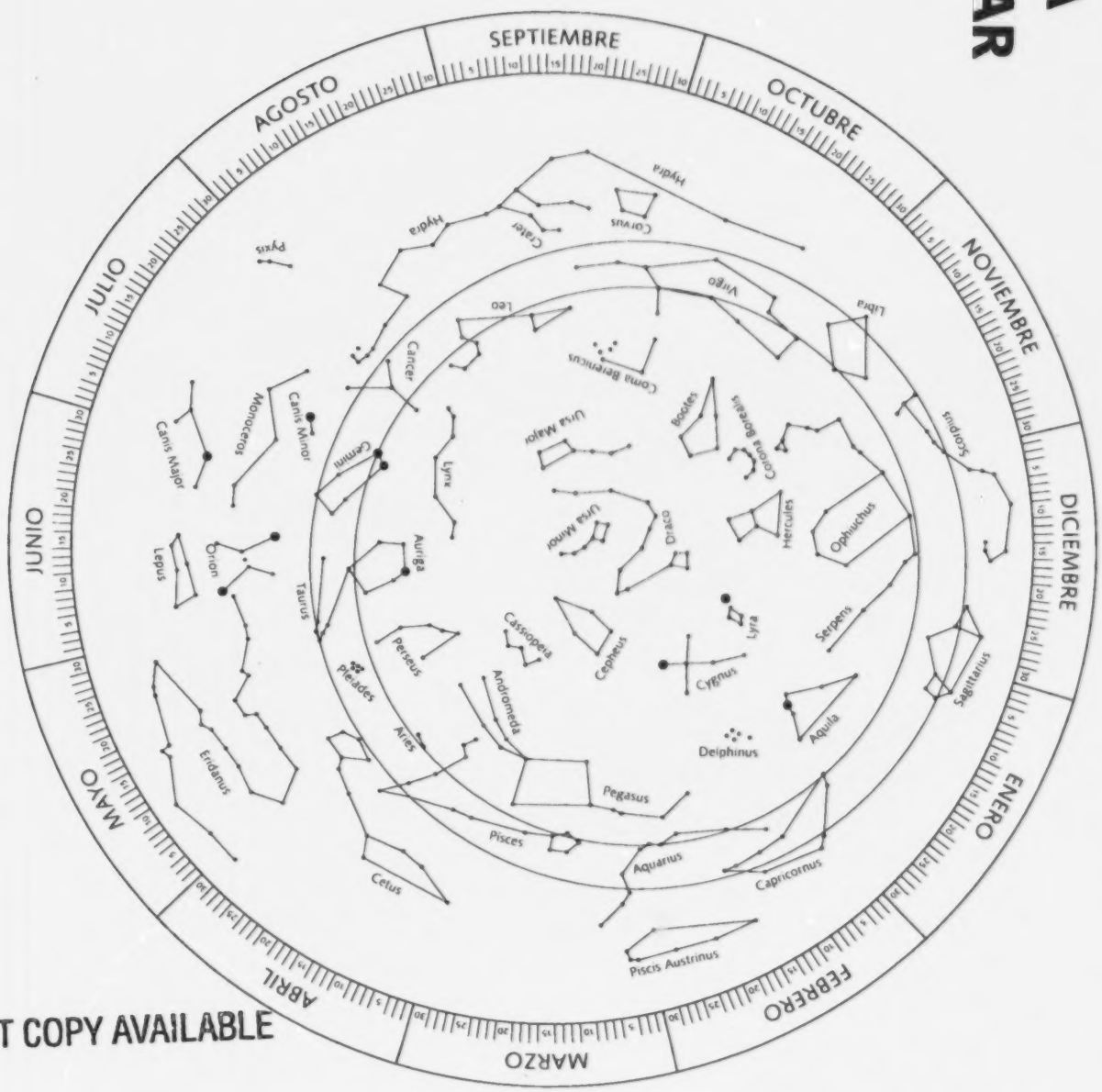
BEST COPY AVAILABLE

CAMPO DE ESTRELLAS SIMPLE

© 1994 por Pacific Science Center

EL HEMISFERIO NORTE

RUEDA ESTELAR



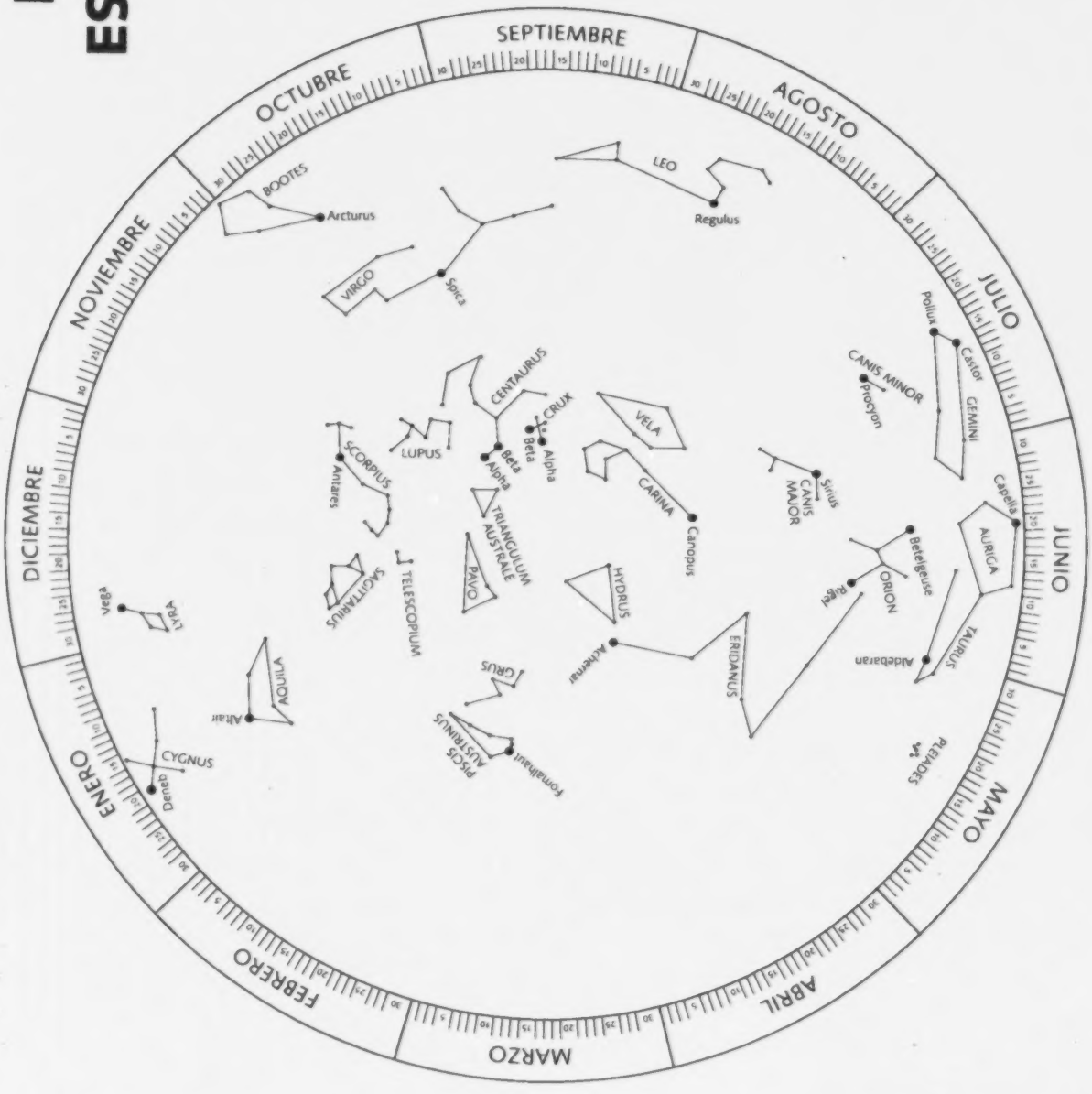
BEST COPY AVAILABLE

CAMPO DE ESTRELLAS COMPLEJO

© 1994 por Pacific Science Center

RUEDA ESTELAR

EL HEMISFERIO SUR



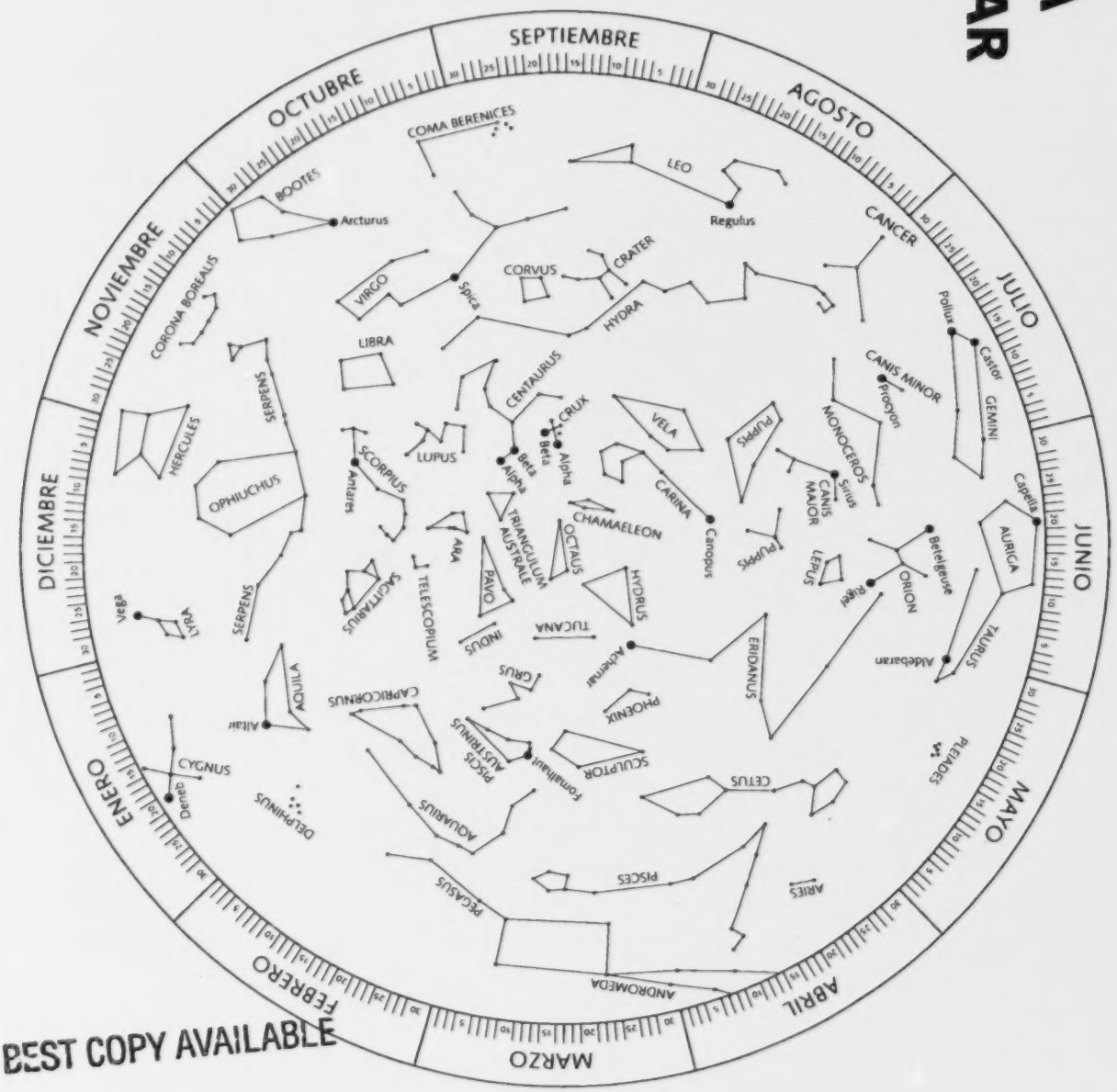
BEST COPY AVAILABLE

CAMPO DE ESTRELLAS SIMPLE

© 2002 por Pacific Science Center

EL HEMISFERIO SUR

RUEDA ESTELAR



BEST COPY AVAILABLE

CAMPO DE ESTRELLAS COMPLEJO

© 2002 por Pacific Science Center

CREANDO CONSTELACIONES

ACTIVIDAD 6.4

EDADES: 8-12

Fuente: Reimpreso con el permiso de *PASS (Planetarium Activitites for Student Success), Vol. 5 Constellations Tonight.* Producido por el *Astronomy Education Program* del Lawrence Hall of Science, University of Berkeley. Derechos reservados © 1993 por The Regents of the University of California. Disponible a través del catálogo Eureka!, Lawrence Hall of Science , University of California , Berkeleley, CA 94720-5200, U.S.A.; (510) 642-1016.

¿De qué trata esta actividad?

Esta actividad es una manera de introducir la idea de constelación a niños pequeños. Primero se reconocerán los patrones y después se aplicará lo aprendido a las estrellas en el cielo. Los estudiantes empiezan con un acertijo en forma de círculo, el cual parecerá completamente desconectado del tema de las constelaciones. Pero el observar patrones, ya sea en una forma familiar como el círculo o en los cielos, es un elemento crítico para reconocer las constelaciones. Los estudiantes trabajarán con un rompecabeza del puntos, que también se puede usar como modelo para la constelación de Casiopea.

¿Qué harán los estudiantes?

Los estudiantes harán dibujos dentro de círculos en blanco y sus crearán propias formas usando un arreglo de puntos similar al de la constelación Casiopea.

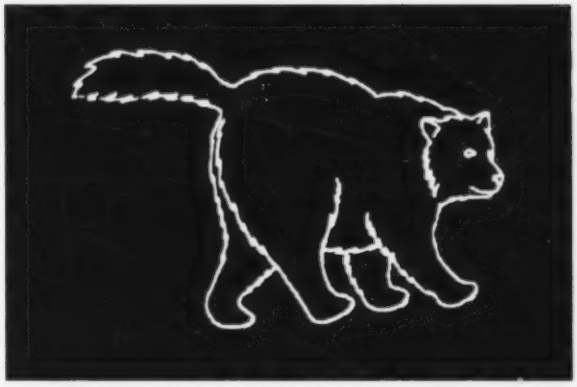
Consejos y sugerencias

- Asigne a los estudiantes patrones de otras constelaciones en blanco, como tarea.
- Las actividades "Rompecabeza del puntos" y "Crea una constelación" están basadas en la constelación Casiopea, visible únicamente desde el hemiferio norte. Si su clase está en el hemisferio sur puede usar patrones diferentes, basados en otras constelaciones.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Reconocer partrones	Imaginar	Pautas de cambio
	Visualizar	Modelos y simulaciones
	Comunicar	

CREANDO CONSTELACIONES



Esta actividad está diseñada para estudiantes de 8 a 12 años. Puede ser presentada por un maestro sin preparación específica en ciencia. *Creando constelaciones* fue desarollado con el propósito de introducir los conceptos de una programa de planetario, así que sería más efectivo presentarla justo antes o justo después de la visita al planetario. Cada maestro puede adaptar el lenguaje o el ritmo de la actividad de acuerdo a su grupo en particular.

OBJETIVOS

Esta actividad involucra el procedimiento del método científico en el cual se generan muchas ideas o hipótesis diferentes. Se concentra en el tipo de problemas que tienen muchas soluciones (como darle nombre a un animal) y no en los problemas que tienen una sola solución (como hallar la Estrella Polar). Después de la lección, los estudiantes:

1. Reconocerán que varias ideas pueden ser buenas soluciones para un mismo problema.
2. Reconocerán cuando necesitan darle nueva perspectiva a un problema.
3. Reconocerán que las constelaciones que inventen pueden ser tan útiles como las constelaciones de los antiguos griegos.

ANTES DE LA CLASE

1. Fotocopie el "Rompecabeza del círculo", "Acertijo de puntos" y "Crea una constelación" para cada estudiante. Prepare hojas de papel grandes y crayolas o marcadores.
2. Tenga espacio en la pizarra y cinta adhesiva listos para exhibir el trabajo de sus estudiantes.
3. En otra sección de la pizarra dibuje tres o cuatro círculos, aproximadamente de 50 cm de diámetro.

© 1993 por The Regents of the University of California

ROMPECABEZA DEL CÍRCULO

ASTRÓNOMO: _____ FECHA: _____

Dibuja algo dentro de cada círculo y escribe el nombre del dibujo debajo del mismo. Los dos primeros dibujos son ejemplos completados. Fíjate que cada dibujo sea DIFERENTE y que cada uno tenga un nombre.

niño

reloj

© 1993 por The Regents of the University of California

PARTE A. ROMPECABEZA DEL CÍRCULO

Aquí hay un acertijo que tiene muchas respuestas igualmente buenas. Dibuje diferentes cosas en cada círculo y dele un nombre a cada una.

Distribuya el "Rompecabeza del círculo". Lea las instrucciones con los estudiantes, si es necesario. Deles diez minutos para trabajar en el mismo.

¿Quién quiere venir a la pizarra a mostrar una de sus ideas?

Tres o cuatro estudiantes dibujarán en los círculos preparados en la pizarra.

Comparte tus dibujos con tus compañeros para ver cuántas ideas diferentes encontraste. ¿Cuántas encontraste? ¿Cuántas posibilidades crees que hay?

¿Cuántos de ustedes pensaron en diferentes ideas para los círculos y ya no se les ocurren más? ¿Qué puedes intentar paraque se te ocurran nuevas ideas?

Deje que los estudiantes compartan sus estrategias, generando ideas que ellos consideren útiles. Algunas estrategias son: observar objetos redondos alrededor del salón, imaginar sus habitaciones en casa, compartir las ideas con alguien más y así sucesivamente.

PARTE B. ROMPECABEZA DEL PUNTOS*

Las instrucciones para este acertijo son similares a las del "Rompecabeza del círculo", sólo que se crean figuras de puntos y no de círculos.

Distribuya una copia del "Rompecabeza del puntos" a cada estudiante. Deles aproximadamente cinco minutos para trabajar en el mismo.

Ahora compara tus dibujos con los de tus compañeros. ¿Tenían algunos de ustedes la misma idea? ¿Cuántas ideas diferentes encontraron?

Deje que los estudiantes discutan sus ideas con sus compañeros por uno o dos minutos. Entonces distribuya la última hoja titulada "Crea una Constelación".

En esta hoja probablemente reconocerá el patrón de puntos del "Rompecabeza del puntos." Este
es un patrón de las estrellas visible en el cielo. Los antiguos astrónomos griegos, quienes vivieron hace más de 2,000 años, vieron a la Reina Casiopea en este patrón de estrellas.

Casiopea es una constelación fácil de encontrar casi en cualquier época del año.

Las actividades descritas en la parte B han sido adaptadas de "Introducción al estudio de las constelaciones (o ¿Es ese Abelardo en el cielo?)" por Gerard Maillon. Publicadas en "Ciencias y Niños", noviembre/diciembre, 1976, Volumen 14, No. 3 páginas 22-25.

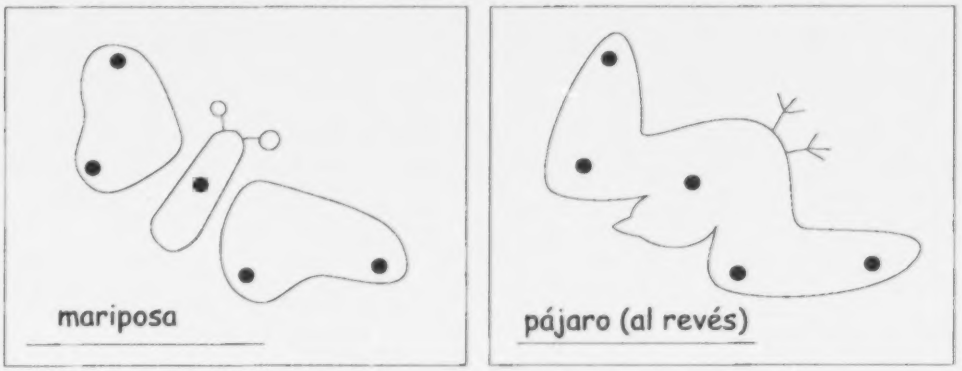
© 1993 por The Regents of the University of California

ROMPECABEZA DEL PUNTOS

ASTRÓNOMO: _____ FECHA: _____

Estos seis dibujos muestran todos el mismo patrón de puntos. En los dos primeros recuadros, alguién ha dibujado una imagen a lo que le recuerdan los puntos. Se han puesto nombres de lo que representan los dibujos.

Inventa cuatro cosas completamente diferentes, basadas en el mismo patrón de puntos. Dibuja tus ideas en los cuatros recuadros y dales nombres.



© 1993 por The Regents of the University of California

PARTE C.
CREA UNA CONSTELACIÓN

La imagen y el nombre que alguien imagina, cuando ve una figura en las estrellas se llama "constelación". En la siguiente página, dibuja la idea que a TI te parezca mejor y dale un nombre. Esta es tu propia constelación, la cual puedes encontrar en la noche. Cuando estás trabajando solo, tu propia constelación es tan útil, hasta más útil como las constelaciones "clásicas".

¿Será mejor a veces que todos estemos de acuerdo en una misma constelación para el uso de todo el mundo? ¿Porqué sería más útil?

Posibles respuestas a esta pregunta pueden ser: "Decirle a alguien donde encontrar ciertas estrellas o la dirección en el cielo".

Para los astrónomos, la palabra "constelación" tiene un significado específico que se refiere a una región del cielo. Para facilitar la identificación de las áreas del cielo, la esfera celeste está dividida en las 88 constelaciones clásicas.

Cualquier grupo arbitrario de estrellas que forma una imagen fuera de las 88 constelaciones se conoce como un "asterismo".

Por ejemplo, la Osa Mayor es una constelación, pero la Gran Cacerola es un asterismo dentro de la constelación Osa Mayor.

En lenguaje coloquial, la palabra *constelación* se usa con el mismo significado que *asterismo*. En la siguiente actividad, no estamos haciendo constelaciones en el sentido limitado (astronómico) del término. Los astrónomos alrededor del mundo no reconocerán las constelaciones "inventadas".

© 1993 por The Regents of the University of California

CREA UNA CONSTELACIÓN

LA REINA CASIOPEA SENTADA EN SU TRONO.

NOMBRE: _____

FECHA: _____

El patrón de puntos del "Rompecabeza del puntos" es realmente un patrón de estrellas que se puede encontrar en el cielo. Los antiguos griegos vieron este patrón de estrellas como una reina, llamada Casiopea, sentada en un trono.

En el recuadro de abajo, crea tu propia constelación con el mismo patrón de estrellas.

© 1993 por The Regents of the University of California

ACTIVIDADES DE SEGUIMIENTO

1. Pídale a los estudiantes que inventen mitos que cuente la historia de sus constelaciones. Esta actividad puede ser precedida de la lectura de mitos sobre las estrellas de los antiguos griegos, romanos o indios americanos, que aparecen en muchas antologías para niños.
2. Pídale a los estudiantes que dibujen o pinten imágenes más detalladas de sus constelaciones para ilustrar las historias que han creado. Pídales que muestren los posiciones de las estrellas en las imágenes.
3. El Museo Sheldon Schafer del Lakeview en Peoria, Illinois recomienda la siguiente actividad, preferiblemente justo después del "Rompecabeza del círculo", para demostrar el valor de usar imágenes de constelaciones.
   a. Dibuje un arreglo de puntos al azar en la pizarra.
   b. Pídale a los estudiantes que memoricen el arreglo. Déles de uno a dos minutos. No se deben tomar notas.
   c. Borre los puntos completamente.
   d. Pídale a un voluntario que recree el patrón en la pizarra o pídale a todos sus estudiantes que lo hagan en un papel.
   e. Compare los resultados con el original.
   f. Dibuje un nuevo patrón de puntos en la pizarra, esta vez representando algún tipo de imagen.
   g. Repita los pasos b-f.
   h. Compare los resultados de la primera prueba con los de la segunda. Usualmente, habrá una diferencia notable entre ambos.

HAGA UNA CONSTELACIÓN

Edna De Vore del Independence Planetarium en San Francisco, CA contribuye con esta actividad en la cual individuos o equipos hacen proyectores de constelaciones:

MATERIALES

(para cada estudiante o equipo)

Para proyectar las constelaciones:

- proyector vertical
- un cuadrado de papel de aluminio (25x25 cm)
- mapa estelar adecuado para la época del año
- clip o lápiz afilado
- banda de caucho

Para observar constelaciones (sin proyectar)

- latas de sopa sin las tapas o tubos de tamaño similar a éstas
- un cuadrado de papel de aluminio (10x10 cm)
- clip o lápiz afilado

EN CLASE

1. Los estudiantes seleccionan (o se les asigna) una constelación del mapa estelar.
2. Usando un lápiz o clip, los estudiantes transfieren el patrón estelar al papel de aluminio. Si está realizando la actividad sin proyectar, el patrón debe ser más pequeño que el diámetro de la lata.
3. Para proyectar: coloque los cuadrados de papel de aluminio sobre el proyector vertical, prenda la luz y pídale a los estudiantes que identifiquen la constelación en sus mapas.

Sin proyectar: coloque el papel de aluminio sobre el extremo de la lata y asegúrelo con la banda de caucho. Observe, mirando hacia la luz brillante. Identifique el patrón, usando los mapas estelares. Tenga cuidado de colocar el patrón al derecho para que las imágenes se vean correctamente y no como imágenes reflejadas.

© 1993 por The Regents of the University of California

Constelaciones tridimensionales

Actividad 6.5

Edades: 8-14

Fuente: Reimpreso con el permiso de Project Pulsar, St Louis Science Center, 5050 Oakland Avenue, St. Louis, MO 63110, U.S.A. Esta publicación está agotada.

¿De qué trata esta actividad?
Cuando miramos al cielo, lo vemos como el interior de una gran cúpula sobre nuestras cabezas, con todas las estrellas de una constelación a la misma distancia aparente, y sólo diferentes en brillo o color. En realidad, las estrellas de las constelaciones no están por lo general físicamente cerca unas de otras. Esta actividad es divertida y puede servir como plataforma de despegue para discusiones sobre cómo medimos las distancias a las estrellas.

¿Qué harán los estudiantes?
Los estudiantes crearán un modelo tridimensional de una constelación parándose a diferentes distancias de un estudiante que representa la Tierra. El modelo usa distancias, así como posiciones en el cielo y permite a los estudiantes visualizar el espacio alrededor de nuestro Sol desde diferentes perspectivas.

Consejos y sugerencias
- Programs de astronomía, como *Dance of the Planets* (DOS), *Redshift*, o *Voyager II* (Mac) también permiten ver el espacio cercano desde diferentes perspectivas y visualizar constelaciones en tres dimensiones.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Espacio tridimensional	Ordenar	Escala
Constelaciones como grupos de estrellas	Visualizar	Estructura

CONSTELACIONES TRIDIMENSIONALES

PREGUNTA CLAVE
¿Qué tan lejos están las estrellas?
(Están a diferentes distancias de la Tierra).

MATERIALES
- Cuerda
- Tijeras
- Papel de aluminio
- Bolas de icopor o unicel (opcional)

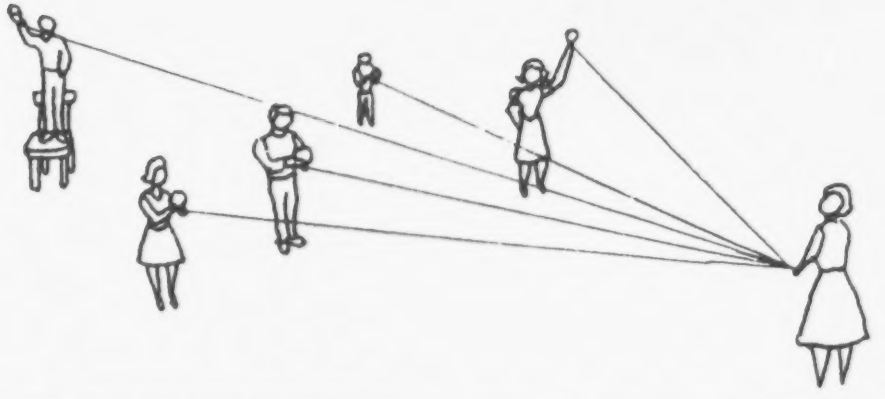
VOCABULARIO
constelaciones

año-luz

CONTEXTO
Estimando las distancias a las estrellas, brillantez de las estrellas búsqueda de constelaciones, retrocediendo en el tiempo

EL MODELO
Una bola de unicel cubierta con papel de aluminio o simplemente una bola de papel de aluminio, representa una estrella. La cuerda se usa para medir la distancia a estrellas individuales. Por ejemplo, si una estrella está a 70 años-luz de la Tierra, corte un pedazo de cuerda de 7 metros de largo y suponga que cada metro es 10 años-luz. Si una estrella está a 700 años-luz, corte un pedazo de cuerda de 7 metros y suponga que cada metro es 100 años-luz. Pero asegúrese de usar el mismo factor de escala en el mismo modelo.

OBSERVACION
Escoja un lugar para representar la posición de la Tierra. Use las mesas para cortar las cuerdas, según se describe arriba. Haga que un estudiante en la posición de la Tierra sostenga uno de los extremos de las cuerdas. Otros estudiantes sostendrán la bolas de papel de aluminio y los extremos de las cuerdas como se indica en el diagrama. Pídale a los estudiantes que observen las constelaciones desde la posición de la Tierra.



PATRÓN ESTELAR	ESTRELLA	DISTANCIA (AÑOS-LUZ)
LA GRAN CACEROLA (parte de la Osa Mayor)	1	150
	2	88
	3	82
	4	63
	5	90
	6	78
	7	104
ORIÓN (no incluye todas las estrellas)	1	652
	2	303
	3	1467
	4	1532
	5	1500
	6	1826
	7	815

ESPECULACIÓN

Después de que sus estudiantes hayan observado estas figuras desde la posición de la Tierra, pídale que piensen en cómo se vería la Osa Mayor desde otros sitos en el espacio. ¿A dónde tendría uno que ir para ver la constelación completamente al revés?

EXPERIMENTO

Pídale a sus estudiantes que se muevan alrededor y a través de los patrones estelares para que vean cómo se verían desde otros lugares de la Galaxia. Básicamente, esta actividad pretende enseñarle a los estudiantes que las constelaciones no son planas, como se ven en el cielo.

INVESTIGACIÓN

Pídale a sus estudiantes que encuentren las distancias a otras estrellas para poder construir otros patrones estelares tridimensionales.

El Zodíaco y la revolución de la Tierra

Actividad 6.6

Edades: 9-14

Fuente: Jeanne E. Bishop, Westlake Public Schools, 27830 Hilliard Road, Westlake, OH 44145, U.S.A. Está tomada del folleto, *Astonomical Models with a Twist: Dynamic Student Astronomical Models*, © 1995 por Jeanne Bishop.

¿De qué trata esta actividad?

Mientras que la Tierra gira alrededor del Sol durante un año, desde nuestra perspectiva en la Tierra parece que es el Sol el que se mueve con respecto a las estrellas. Las culturas antiguas, incluyendo los chinos y los egipcios, concluyeron que el Sol se movía con respecto a las estrellas porque con el pasar del año, diferentes estrellas se veían en el este justo antes del amanecer y en el oeste justo después del ocaso. El grupo de estrellas entre las cuales se ve moverse al Sol se conoce como las constelaciones del Zodíaco (la misma raíz que la palabra "zoológico"). Se llamó así porque muchos de los grupos de estrellas se nombraron en honor a animales reales o imaginarios. El Sol completa un ciclo alrededor del Zodíaco, moviéndose hacia el este, en 365 1/4 días. En esta actividad los estudiantes hacen un modelo dinámico, de tamaño humano, para mostrar cómo se ve el Sol (durante el curso del año) en la dirección de diferentes constelaciones zodiacales. Verán cómo el movimiento de la Tierra hace que el Sol parezca moverse entre las diferentes constelaciones.

¿Qué harán los estudiantes?

Un estudiante que actúa como "la Tierra" se mueve alrededor de otro estudiante que actua como "el Sol". Doce estudiantes más sostienen los letreros con los nombres de las constelaciones del Zodíaco y forman un círculo alrededor de la Tierra. La vista del Sol por el estudiante que hace de Tierra es como la vista desde la Tierra durante un año. Otros estudiantes otras posiciones dentro y fuera del modelo obtendrán otras perspectivas.

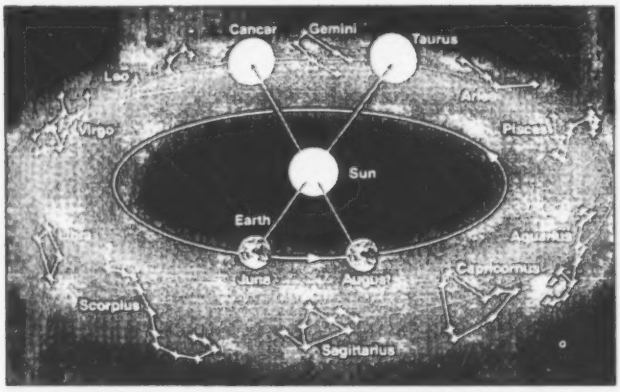
Consejos y sugerencias

- Cuando se realizan actividades que requieren moverse alrededor del aula, los estudiantes deben entender que su atención y completa cooperación son necesarias. Durante los ejercicios el modelo no es momento para conversar. Los estudiantes deben estar callados durante la realización del modelo, para que se puedan dar las instrucciones, guías, preguntas y discusión orientada al trabajo.
- Asegúrese de que tenga un área suficientemente grande designada para el modelo dinámico. Puede mover los escritorios u otros muebles fuera del "escenario", use el gimnasio, o salir al exterior.
- Asegúrese que todos puedan escuchar a la persona que está dando las instrucciones. Si va afuera, un megáfono sería útil.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habildades de investigación	Ideas
El movimiento anual del Sol	Observar	Modelos y simulaciones
Las constelaciones del Zodíaco	Visualizar	Sistemas
		Ciclos
		Pautas de cambio

6.6, El Zodíaco y la revolución de la Tierra



EL ZODÍACO Y LA REVOLUCIÓN DE LA TIERRA

por Jeanne Bishop
Westlake Schools Planetarium

INTRODUCCIÓN

Cada año, el Sol parece viajar hacia el este a través de las constelaciones del Zodíaco. En el equinoccio de primavera del hemisferio norte (equinoccio de otoño del hemisferio sur), marzo 20 o marzo 21, el Sol aparece en contra de la constelación Piscis (el pez). Desde Piscis, el Sol parece ir consecutivamente a Aries (el carnero), Tauro (el toro), Géminis (los gemelos), Cáncer (el cangrejo), Leo (el león), Virgo (la doncella), Libra (las balanzas), Escorpio (el escorpión), Sagitario (el arquero), Capricornio (la cabra), y Acuario (el aguador). Vea la tabla de fechas a la derecha. Esta actividad demostrará cómo la translación de la Tierra es responsable por el movimiento aparente del Sol.

Las técnicas del modelo dinámico usan habilidades visuales y cinestésicas, habilidades asociadas con el lado derecho del cerebro. Los estudiantes con habilidades desarrolladas en la parte derecha de cerebro, tienen por lo tanto una oportunidad de tener más éxito con el modelo dinámico que con lección-discusión. La dimensión social del modelo dinámico mantiene el interés y la motivación de todos los estudiantes.

OBJETIVOS

- El estudiante participará en un modelo dinámico de la translación de la Tierra.
- El estudiante relacionará el movimiento de la Tierra con la posición cambiante del Sol en el Zodíaco durante el año.

TABLA DE DATOS

CONSTELACIÓN	FECHAS EN QUE EL SOL LA CRUZA
PISCIS	11 Mar. - 18 Abr.
ARIES	18 Abr. - 13 Mayo
TAURO	13 Mayo - 22 Jun.
GÉMINIS	22 Jun. - 21 Jul.
CÁNCER	21 Jul. - 10 Agos.
LEO	10 Agos. - 16 Sept.
VIRGO	16 Sept. - 21 Oct.
LIBRA	21 Oct. - 23 Nov.
ESCORPIO	23 Nov. - 29 Nov.
OFIUCO	29 Nov. - 18 Dic.
SAGITARIO	18 Dic. - 21 Ene.
CAPRICORNIO	21 Ene. - 16 Feb.
ACUARIO	16 Feb. - 11 Mar.

*El sistema moderno para organizar el cielo incluye 13 constelaciones por las cuales viaja el Sol. La 13ava, Ofiuco, no formaba parte del sistema antiguo de constelaciones que dio lugar a la astrología, y no es familiar para la mayoría de los no-astrónomos. A algunos maestros les gusta incluirla en la actividad, y otros la dejan fuera. Ver Notas para el maestro en la página 34.

277

© 1995 por Jeanne E. Bishop

MATERIALES

- Dibujos de las constelaciones del Zodíaco (o diapositivas)
- Letreros con los nombres y posiblemente dibujos con las estrellas de cada una de las 12 constelaciones del zodíaco
- Letreros con los nombres "Sol" y "Tierra"

PROCEDIMIENTO

1. Pídale a los estudiantes que miren los dibujos de las constelaciones del Zodíaco y discutan el hecho de que las formas fueron inventadas por los babilonios (y más tarde los griegos), quienes observaron el cielo cuidadosamente. Pregúntele a los estudiantes por qué piensan que se crearon estas formas. (Los animales o personas eran importantes en la mitología y las vidas de culturas antiguas).
2. Seleccione 12 estudiantes para representar las constelaciones del Zodíaco (13 si está usando Ofiuco). Dele a cada uno una tarjeta de identificación. Seleccione un estudiante para representar el Sol y otro para representar la Tierra.
3. Pídale a las "constelaciones del Zodíaco" que se acomoden en un círculo alrededor del "Sol" (en el centro) y "la Tierra" (quien se moverá en una órbita alrededor del "Sol"). El orden de las constelaciones del Zodíaco aparece en la lista de la página anterior, yendo en la dirección contraria a las manecillas del reloj.
4. El estudiante "Tierra" se para en un lugar y mira hacia el estudiante "Sol", de tal manera que el Sol se alinea con "Piscis". Esta posición representa el equinoccio de marzo.
5. "La Tierra" camina lentamente en contra de las manecillas del reloj en una órbita alrededor del "Sol", mirando al Sol moverse hacia el este, apareciendo contra cada una de las constelaciones del Zodíaco. Desde la perspectiva de la Tierra, cuando parte de cada persona que sostiene un nombre del Zodíaco está cubierta por "el Sol", "la Tierra" debe decir el nombre de la constelación. "La Tierra" completa una revolución.
6. "La Tierra" lentamente hace una segunda revolución. "El Sol" dice el nombre de cada constelación del Zodíaco en la cual él/ella observa "la Tierra" en el mismo momento que "la Tierra" lo/la está observando.
7. Pídale a varios estudiantes que tomen el papel de "la Tierra".
8. Pregunte cómo "la Tierra" podría concluir que "el Sol" está cambiando de posición en el Zodíaco, si las estrellas no se ven debido la luz del Sol cuando él/ella observa "el Sol". (Respuesta: Las estrellas a la derecha o al oeste del Sol [estrellas visibles antes del amanecer] — y las estrellas a la izquierda o este [aquellas visibles después del ocaso] son diferentes a medida que "la Tierra" gira). Discuta cómo este método tuvo que ser usado por los antiguos, ya que ninguna de las estrellas del Zodíaco se puede ver durante el día. Haga notar que nunca nadie debe mirar directamente al Sol.
9. *(Opcional)* Pregúntele a los estudiantes por qué las fechas asociadas con las constelaciones del Zodíaco (ver Tabla de datos) no son las mismas fechas que los astrólogos usan (y que aparecen impresas junto a los signos astrológicos en las columnas de astrología de la mayoría de los periódicos). Esto deberá comenzar una discusión animada; asegúrese de no dar la respuesta demasiado rápido. Después de que los estudiantes hayan batallado con las inconsistencia de las fechas, usted puede explicar que el movimiento de precesión del eje de la Tierra ha cambiado la posición donde vemos el Sol cada mes en el curso de los más de 2000 años que han pasado desde que se inventaron los signos astrológicos antiguos.

© 1995 por Jeanne E. Bishop

NOTAS PARA EL MAESTRO

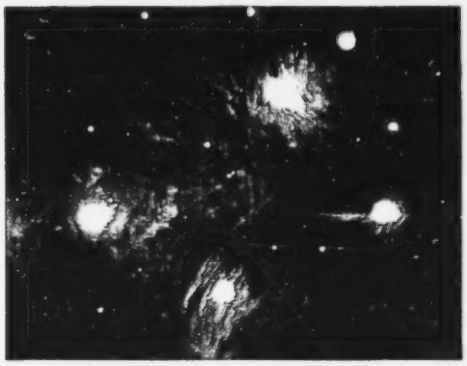
- Las constelaciones del Zodíaco han llegado a nosotros, a través de las culturas griega y romana. Por lo tanto, los nombres son en su mayoría en latín. El sistema de constelaciones ha cambiado a través de los siglos; algunas viejas han sido descartadas y se han añadido otras nuevas (aunque las 12 constelaciones del Zodíaco no han cambiado).
- Otras culturas — la china y los indúes — han creado figuras del Zodíaco muy diferentes.
- Después de terminar la actividad, puede que desee discutir varias maneras en que el "mundo real" difiere de este modelo:
  1. Las estrellas de cada constelación del Zodíaco están mucho más lejos del Sol que la Tierra.
  2. Las estrellas de cada constelación del Zodíaco están a distancias diferentes del Sol. Dentro de miles de años, la posición de las estrellas de cada constelación cambiará.
  3. En los dibujos de las constelaciones, las estrellas usualmente están conectadas, pero las líneas que las conectan son artificiales, inventadas por los que hacen los mapas.
- Motive a los estudiantes a salir afuera para ver las constelaciones del Zodíaco. Dirija a los estudiantes a buscar la constelación que está más al oeste en el cielo actual tan pronto como aparezcan las estrellas, y pídales que busquen de nuevo en el próximo mes. La constelación actual del Zodíaco sobre el horizonte occidental se perderá en el resplandor del Sol en un mes.
- El término constelación tiene dos significados diferentes, los cuales a menudo se confunden. En el sentido antiguo, una constelación significa un grupo prominente de estrellas que las culturas antiguas usaban para describir el cielo. Por lo tanto, la constelación antigua de Orión el Cazador es un patrón de estrellas que se parece a un cazador. En el sentido moderno, una constelación es uno de los 88 sectores en que los astrónomos dividen el cielo (así como los países se dividen en estados o provincias). Por lo tanto, la constelación de Orión en el sentido moderno es una caja en el cielo, que incluye el antiguo patrón de estrellas de Orión, pero también muchas más estrellas y galaxias. (Cuando se dibujaron estas cajas, a principios del siglo XX, la trayectoria del Sol pasó por 13 de las constelaciones).
- Amplie la idea del Zodíaco pidiéndole a los estudiantes que investiguen: 1) mitología clásica u otras mitologías, b) los nombres y la naturaleza de las estrellas que quedan dentro de cada constelación, y c) los objetos del cielo profundo visto desde los telescopios terrestres y desden el *Telescopio Espacial Hubble* dentro de los límites de cada constelación.
- La astrología es la creencia de que las posiciones del Sol, la Luna y los planetas influyen en las actividades humanas. Los babilonios fueron los primeros que pensaban que las posiciones y el movimiento de los cuerpos celestes afectaban las ciudades-estados y naciones. Todavia hoy hay personas que creen en la astrología personal y siguen sus horóscopos en el periódico y las revistas. *No existe ninguna base científica para ningun tipo de astrología. La astrología NUNCA deber ser confundida con la astronomía.*

279

© 1995 por Jeanne E. Bishop

Sección 7

Las estrellas



Información de fondo: Las estrellas

Las estrellas son bolas gigantes de gas caliente. Son muy parecidas a la gente: nacen, viven una madurez prolongada, y finalmente, mueren. Tienen diferentes tamaños y colores. Muchas de ellas pasan su vida en la compañía constante de otras estrellas; otras, como nuestro Sol, están solas. Y como la gente, las estrellas cambian mientras envejecen. Pero porque los cambios se dan durante millones y billones de años, una estrella individual se ve igual durante el curso de varias vidas humanas. Una fotografía del cielo puede capturar estrellas en diferentes etapas de sus vidas, de la misma manera en que una foto tomada en la calle muestra gente de todas las edades. El estudio cuidadoso de las diferencias que vemos en las estrellas ha dado a los astrónomos una idea de lo que sucede en el interior de las estrellas y de cómo estas cambian con el tiempo.

Las estrellas tienen distintos tamaños. El Sol es pequeño comparado con otras estrellas y por esto es llamado una estrella enana. Las estrellas más grandes pueden tener diámetros de cientos y hasta miles de veces el del Sol; estas se conocen como estrellas gigantes y supergigantes. Las estrellas más pequeñas no son mucho más grandes que el planeta Júpiter. Las estrellas tienen distintos colores, dependiendo de la temperatura en su superficie gaseosa. Las estrellas más frías tienen temperaturas cercanas a los 2,500 grados Celsius (casi la misma temperatura que los filamentos de bulbos incandescentes), mientras que las estrellas más calientes pueden alcanzar temperaturas de 45,000 grados Celsius. Las estrellas frías tienen apariencia roja; las estrellas calientes son de color azul-blanco. La constelación de Orión, el cazador, fácilmente visible en diciembre, es el lugar perfecto para observar los diferentes colores de estrellas. Betelgeuse, la brillante estrella que representa el hombro derecho de Orión, resplandece con un color rojo brillante. Hacia abajo (en la rodilla izquierda del cazador) se puede ver otra estrella brillante, Rigel, la cual resplandece con un color blanco-azulado.

Todas las estrellas en el cielo (incluyendo al Sol) se están moviendo en el espacio, la mayoría de ellas con velocidades de varios kilómetros por segundo, a pesar de que no lo notemos. Cuando miramos el cielo nocturno, vemos básicamente los mismos patrones de estrellas que nuestros antepasados vieron. Esto es porque las estrellas están tan lejos que sus movimientos aparentes son pequeños para nosotros, aun durante períodos de cientos y miles de años de observación.

Las estrellas nacen de enormes nubes de gas y polvo que llenan el espacio interestelar. Ocasionalmente, las partes más densas de estos depósitos de "materia prima" cósmica se vuelven inestables y comienzan a contraerse, con la fuerza de gravedad jalando todos los átomos hacia el centro. Mientras la nube continúa contrayéndose, el gas en el centro se vuelve más denso y se calienta. Las temperaturas y presiones aumentan hasta que finalmente son tan altas que los átomos de hidrógeno son forzados a fusionarse, con cuatro átomos de hidrógeno

convirtiéndose en uno de helio [las estrellas están compuestas principalmente de hidrógeno (92%); el resto es helio, con pizcas de otros elementos]. Este proceso es conocido como fusión de hidrógeno (note que el mismo proceso sucede en la ojiva de una "bomba de hidrógeno"). La energía de fusión crea una presión que contrarresta el peso de las capas externas de la estrella, impidiendo la contracción. La estrella brilla continuamente, con la fusión en su centro generando el combustible necesario, y comienza la vida estelar "adulta".

Nuestro Sol se encuentra ahora en la mitad de su vida adulta. Ha estado "fusionando" hidrógeno en su centro durante aproximadamente 5 billones de años, y continuará haciéndolo durante otros 5 billones más. Cuánto vive una estrella, desde la contracción inicial de la nube de gas hasta su muerte, depende de que tan masiva es. El Sol es una estrella promedio; la masas estelares van desde cientos de veces la masa del Sol hasta tan sólo un décimo de ella. Las estrellas masivas viven rápido y mueren jóvenes, pasando por todas las fases de su vida en unos cuantos millones de años, antes de explotar. Las estrellas más pequeñas viven calmadamente durante decenas y miles de billones de años y mueren de forma menos espectacular.

Todas las estrellas, independientemente de su masa, eventualmente consumen todo el "combustible" de hidrógeno en su centro y comienzan a morir. Sin poder soportar el peso de las capas externas, sus núcleos se contraen, y las temperaturas centrales aumentan hasta que átomos de helio se fusionan para formar átomos de carbono. Como antes, la energía liberada por la fusión detiene la contracción y la estrella recobra, temporalmente, cierta estabilidad. Mientras tanto, las capas externas se hinchan y se enfrían, aumentando dramáticamente el diámetro de la estrella. Durante esta etapa, la llamada fase de "gigante roja", el Sol se expandirá más allá de la órbita de la Tierra (malas noticias para todas las criaturas de la Tierra que aún existan). Lo que sucede después depende de la masa de la estrella.

Cuando agotan el helio en su centro, las estrellas como el Sol (y las menos masivas también) están cerca de la tumba. El núcleo se colapsa bajo el enorme peso de la estrella. Las capas externas son poco a poco expulsadas de la estrella, exponiendo el núcleo al espacio. Cuando finalmente el núcleo deja de contraerse, su material es tan compacto que una sola cucharadita de él podría pesar 15 toneladas. Este remanente estelar es llamado enana blanca. Inicialmente brilla debido al calor residual de la contracción y a los billones de años de fusión nuclear. Pero, sin fuentes nuevas de energía, el cadáver estelar se enfría gradualmente y desaparece lentamente de la vista, un rescoldo estelar brillando tenuemente en la chimenea cósmica.

Las estrellas más masivas que el Sol no dejan de existir tan delicadamente. Cuando han acabado con su reserva de helio, ellas también comienzan a contraerse. Sin embargo, la compresión debida a su enorme peso permite que otros elementos adicionales se fusionen en su centro (por ejemplo, el carbono se fusiona para convertirse en neón), liberando energía y deteniendo la contracción, dando a la estrella una serie de respiros temporales. Pero, finalmente, la fusión se detiene y nada puede impedir el inevitable colapso del núcleo. Esta vez, el colapso va acompañado de una eyección explosiva de las capas externas: una explosión de supernova que literalmente despedaza a la estrella.

Mientras tanto, el núcleo cambia de manera dramática. Si después de la explosión de supernova la masa residual es de 2 a 3 veces la del Sol, el núcleo se colapsa hasta que su material es tan denso que una porción del tamaño de un terrón de azúcar pesa 100 millones de toneladas. La remanente es llamada estrella de neutrones porque está compuesta principalmente de neutrones comprimidos. Si la masa que queda después de la explosión de supernova es ligeramente mayor, no hay fuerza en la naturaleza que pueda detener el colapso. El núcleo se contrae hasta que, finalmente, toda su masa se colapsa en un objeto de diámetro nulo y de densidad infinita. Esto es un agujero negro; negro en el sentido que nada, ni siquiera la luz, puede escapar de él, y agujero en el sentido de que las cosas pueden caer en él, pero no pueden volver a salir.

Aunque las estrellas masivas tienen vidas más interesantes que la del Sol, no hay muchas de ellas. De hecho, la mayoría de las estrellas, tienen masas menores que la del Sol. Algo durante el proceso de formación estelar parece favorecer la creación de muchas estrellas de baja masa y pocas de alta masa. La mitad de todas las estrellas se forman en pares,

con dos (y a veces más) estrellas unidas por su mutua atracción gravitacional. Estas viajan juntas en el espacio, atrapadas en una especie de tango cósmico, una en órbita con respecto a la otra.

A pesar de todo lo que sabemos acerca de las estrellas y de sus vidas, quizá lo más sorprendente que hemos aprendido es que sin estrellas no estaríamos aquí. Hay indicaciones de que en el principio el cosmos estaba compuesto sólo de hidrógeno y helio, con los cuales no hubiera sido posible construir nada tan interesante como nuestros estudiantes. Casi todos los átomos en nuestros cuerpos, y en nuestras sillas, nuestros jardines, nuestros carros y casi todo lo que vemos a nuestro alrededor, se originó en el centro de estrellas masivas. Los átomos originalmente se "cocinaron" en los fuegos nucleares en el interior de estas. Después, cuando las estrellas explotaron al final de sus vidas, los nuevos átomos creados fueron arrojados hacia el espacio interestelar. Allí se agruparon, creando nuevas nubes de gas y polvo, las cuales finalmente se contrajeron para formar nuevas estrellas. Algunos de los átomos acabaron formando planetas en órbitas alrededor de cierta estrella, y eventualmente haciendo parte de la vida que surgió en uno de ellos, llamado Tierra. Realmente somos material estelar.

¿CUÁNTAS ESTRELLAS PODEMOS VER?: TOMANDO MUESTRAS EN ASTRONOMÍA

ACTIVIDAD 7.1

EDADES: 9-17

Fuente: Gary Tomlinson, del Public Museum of Grand Rapids, escribió esta actividad. En su forma actual es propiedad literaria de la Astronomical Society of the Pacific (© 1999). Una versión anterior (y significativamente diferente) apareció en la revista *Science and Children*. Se han adaptado algunas ideas de la actividad "Cuántas estrellas hay en la Vía Láctea" por Kara C. Granger de la revista *AstroCapella*, publicada por el *Laboratory for High Energy Astrophysics* en el *Goddard Space Flight Center* de la NASA. La hoja de estrellas es del libro *Look to the Sky*, por Jerry DeBruin y Don Murad, publicado por Good Apple Books. Para pedir el libro *Look to the Sky*, llame a Frank Schaffer Publications, al 1-800-421-5539 ó 1-800-609-1735, en los EEUU.

¿De qué trata esta actividad?

Dado que el cielo está lleno de objetos, los astrónomos deben recurrir frecuentemente a técnicas de muestreo para estimar la candidad en un tiempo razonable. Esto es similar a lo que hacen las personas que realizan las encuestas de opinión pública.

¿Qué harán los estudiantes?

Los estudiantes practicarán usando una ventana de muestreo en algunos objetos comunes y construirán una ventana de muestreo para estimar el número de estrellas visibles en el cielo. Los estudiantes discutirán cómo estimar el efecto de diferentes factores en sus cálculos, tales como el brillo del cielo, la adaptación a la oscuridad, la cantidad de nubes, etc.

Consejos y sugerencias

- Usted puede plastificar la ventana de muestreo de estrellas para que dure más.
- Si sus estudiantes tienen acceso a un lugar oscuro, el número de estrellas visibles en el cielo puede variar significativamente en diferentes direcciones. Por lo tanto, mientras más oscuro el lugar, más importante es promediar los resultados de varios cálculos hechos en direcciones diferentes.
- Los estudiantes que no hayan estudiado medidas angulares (grados, grados cuadrados) necesitarán una introducción a estas unidades.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Tomar muestras y estimar cálculos	Observar	Escala
Distribución de estrellas en el cielo	Predecir	Estructura
Calcular área	Calcular	Modelos
	Inferir	

¿CUÁNTAS ESTRELLAS PODEMOS VER?: TOMANDO MUESTRAS EN ASTRONOMÍA

de Gary Tomlinson
Public Museum of Grand Rapids

con ideas y materiales adicionales por
Jerry DeBruin, University of Toledo y
Kara C. Granger, Northewestern H.S., Hyattsville, MD, U.S.A.

INTRODUCCIÓN

Cuando uno escucha que nuestra Galaxia, la Vía Láctea, tiene 200 billones de estrellas o que 50,000 personas vieron el despliegue de fuegos artificiales, es claro que esos números no se obtuvieron contando cada estrella o cada fanático de los fuegos artificiales. Esta actividad ayudará a los estudiantes a entender el proceso de muestreo y estimación. Los estudiantes usarán esas técnicas para determinar el número de estrellas visibles a simple vista en nuestro cielo nocturno.

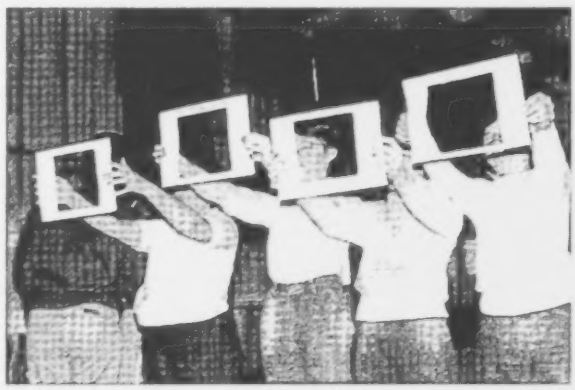
CONCEPTOS

- Las técnicas de muestreo y estimación pueden proveer una aproximación cercana al tamaño verdadero de poblaciones que son demasiado grandes para contar.
- El número de estrellas visibles depende de un número de factores.
- Para obtener un valor aceptable de una cantidad que los científicos desean medir, los experimentos se deben repetir muchas veces.
- Para lograr el "mejor" valor de tal cantidad, es necesario controlar las variables.

OBJETIVOS

Los estudiantes:

- Aprenderán a usar las técnicas de muestreo para estimar el tamaño de una población muy grande.
- Estimarán el número de estrellas visibles a simple vista.
- Explorarán la identificación y el control de variables que afectan sus cálculos.



MATERIALES

- Regla
- Carpetas para archivar u otro tipo de cartulina
- Tijeras
- Lápices
- La página de estrellas (para cada estudiante o grupo de estudiantes) que aparece en la página 11
- Seis páginas de la sección de anuncios de clasificados de un periódico (los anuncios deben cubrir la página entera)

ACTIVIDAD 1: LAS ESTRELLAS EN UNA PÁGINA

1. Dele a cada estudiante (o grupo de estudiantes) una página de estrellas y la ventana de muestreo.
2. Recorte la ventana en las líneas sólidas y dóblela por la mitad para que el patrón esté en la parte

© 1999 Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

de afuera. Recorte por las líneas entrecortadas en el interior y desdoble la ventana.

3. Haga que cada estudiante o grupo ponga la ventana en un lugar al azar en la página de estrellas. Asegúrese que la ventana está completamente dentro de los límites exteriores de la página de estrellas. De lo contrario, póngala en otro sitio.
4. Cuente el número de estrellas dentro de la ventana. (Puede que tenga que pegar la ventana con cinta adhesiva, para que los estudiantes más jóvenes no la muevan mientras cuentan). Cuente cualquier estrella que tiene al menos 50% de su área dentro de la ventana.
5. Haga notar que se necesitan 36 ventanas para cubrir la página de estrellas completa. Por lo tanto, cada estudiante o grupo de estudiantes debe multiplicar el número de estrellas que contaron por 36 para obtener un estimado del número total de estrellas en su página.
6. Asígnele a cada estudiante un cuadrado diferente en la página de estrellas y haga que los estudiantes cuenten el número de estrellas en su cuadrado. Si tiene menos de 36 estudiantes, pida a voluntarios que cuenten más de un cuadrado. Puede ser útil enumerar los cuadrados para que todos sepan cuál cuadrado contar. Sume estos 36 cálculos para obtener el número de estrellas en la página. ¿Cómo se compara el total con los estimados de los estudiantes?
7. Haga que los estudiantes generen ideas de cómo se hubiesen podido mejorar sus estimados. Si hay tiempo, repita la actividad con las técnicas mejoradas.

   Nota: Una manera de llegar a un mejor estimado es que cada estudiante o grupo repita los pasos 3-5. Al hacer que los estudiantes tomen varias muestras y obtengan un promedio, se reducirá el número de errores en la muestra. Otra forma sería sacar un promedio de varias muestras de diferentes estudiantes o grupos. De cualquiera de estas maneras, usted está promediando áreas más pobladas con áreas menos pobladas, lo cual produce un mejor estimado. En ciencia, los experimentos frecuentemente se repiten, ya sea por el grupo original o por otras personas, para mejorar la validez estadística de los resultados.

ACTIVIDAD 2: ¿FUNCIONA EL MUESTREO EN EL MUNDO REAL?

1. Divida la clase en seis grupos.
2. Usando seis de las ventanas de muestreo de la Actividad 1, ponga cada ventana en un lugar al azar de la página de anuncios de clasificados de un periódico. Asegúrese que cada ventana está completamente dentro de la página impresa. Si no, escoja otro lugar.
3. Cuente el número de caracteres en cada ventana. Cuente cada caracter que tiene más del 50% dentro del cuadrado (definiendo "caracter" como letra, símbolo, o signo de puntuación) como uno. Los espacios no cuentan.
4. Ahora mida en centímetros cuadrados el área de la página impresa del periódico. Dado que su ventana mide 2.5 cm de lado, su área es 6.3 cm cuadrados. Pregúntele a los estudiantes cuántas ventanas de muestra se necesitarían para cubrir la página entera del periódico.
5. Promedie las seis muestras y multiplique este promedio por el número de ventanas necesarias para cubrir la página entera que obtuvo en el paso 4. Este es un estimado del número total de caracteres en la página.
6. Para comparar su estimado con la respuesta "real", recorte el periódico en un número de cuadrados igual al número de estudiantes que tiene. Haga que cada estudiante cuente el número de caracteres en su cuadrado y sume los resultados. ¿Cómo se comparan los estimados con los números "reales"?
7. Motive a los estudiantes a discutir qué factores podrían llevar a errores en esta actividad. En el mundo real de las aplicaciones de técnicas de muestreo, a menudo sucede que el estimado y la

© 1999 Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

respuesta "real" no son exactamente iguales. Identificar las razones que podrían hacer que el estimado no sea tan exacto es una parte importante de la ciencia. Las posibles fuentes de errores incluyen:

- contar mal el número de caracteres
- variaciones pequeñas en el tamaño de la ventana de muestreo
- movimiento de la ventana mientras se cuenta
- la dificultad de determinar si más del 50% del caracter está dentro de la ventana
- la posibilidad de que la ventana caiga en un área con menos caracteres que el promedio.

ACTIVIDAD 3: CONTANDO LAS ESTRELLAS VISIBLES EN EL CIELO

A. INFORMACIÓN DE FONDO

El conteo del número de estrellas visibles en el cielo involucra, como en los ejemplos de las actividades previas, muestreo, estimación y la identificación y el control de variables. Para las estrellas, estas variables incluyen:

1. Variaciones en la sensibilidad del ojo humano entre diferentes personas.
2. Cuán adaptado a la oscuridad esté el observador (por ejemplo, cuánto tiempo ha pasado el observador en la oscuridad).
3. Condiciones en el lugar de la observación (por ejemplo, que tan brillante es el cielo).
4. La transparencia del cielo (cuántas nubes hay, etc.).
5. El número de horas después del ocaso (o antes del amanecer) en que fue tomada la muestra.
6. El área del cielo seleccionada para el muestreo (todas las partes del cielo no están igualmente pobladas con estrellas).

Excepto por la #6, estas son las variables que el grupo debe controlar. Para una buena muestra de cuántas estrellas ven los estudiantes, se necesitará un promedio basado en varias áreas diferentes del cielo. Si es posible, sería bueno que las observaciones se repitieran en varias noches, para controlar las condiciones del cielo. Además, usted puede calibrar "los detectores" (los observadores) poniendo a todos los estudiantes a mirar la misma área del cielo al mismo tiempo. Así puede obtener una indicación de si un "detector" u orientación es mejor y ver cuántas variables pueden afectar sus resultados. (Todos estos son temas de discusión antes de comenzar la actividad).

El otro problema es cómo hacer que los estudiantes tomen la muestra de la misma cantidad de cielo. Es decir ¿cómo hacer una ventana de muestreo para el cielo (al cual no podemos tocar ni le podemos pegar cosas)? Hay una manera de hacer un ventana que, cuando se usa apropiadamente, asegurará que cada estudiante está observando aproximadamente a la misma área del cielo. Para esto, necesitamos dos conceptos:

- ¿Cuán grande es el cielo? La extensión angular del cielo no se mide en centímetros cuadrados sino en grados cuadrados. La esfera completa del cielo alrededor de la Tierra (o cualquier esfera) contiene aproximadamente 41,253 grados cuadrados.
- A medida que crece el brazo humano, crece la longitud de los dedos y las manos. Si la ventana está basada en el tamaño de la mano usada a la distancia de un brazo, todos deberían estar viendo más o menos la misma área del cielo.

B. PROCEDIMIENTO

1. Pídale a sus alumnos que midan la longitud de su mano desde la parte inferior hasta la punta del dedo más largo. Tal vez será más fácil decirles que marquen en un pedazo de papel la parte inferior de la mano y la punta del dedo y midan la distancia entre las dos marcas.
2. En una carpeta cerrada, los estudiantes deben marcar la longitud de su mano, centrada a lo largo del doblez de la carpeta. Deberán medir la mitad de la longitud de la mano para hacer un rectángulo. En esta forma, cuando abran la

© 1999 Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

carpeta, cada estudiante tendrá una ventana cuadrada donde cada lado tiene la longitud de su mano.

3. Cuando se sujeta esta ventana a la distancia del brazo, todos los estudiantes deberán mirar un cuadrado del cielo que mide aproximadamente 17 grados de lado. Dado que estudiantes con brazos más largos tienen manos más grandes, se ha encontrado que este número es aproximadamente el mismo para la mayoría de la gente. El área en la ventana (17 x 17 grados = 289 grados cuadrados) es la cantidad de cielo que ve el estudiante.
4. Dígale a los alumnos que salgan afuera en una noche clara, escojan una sección del cielo, y cuenten el número de estrellas que ven en su ventana. Recuérdele a sus estudiantes que necesitan sostener la ventana de muestreo a la distancia del brazo extendido cuando hacen esta observación. Pídale a sus alumnos que anoten las condiciones al momento de hacer cada observación.

   Deberán incluir:

   - cuánto tiempo esperaron para que sus ojos se adaptaran a la oscuridad
   - cuán brillante era la luz artificial en el cielo (¿había muchas luces de ciudad?)
   - cuán nublado o brumoso estaba
   - si midieron cerca del cenit (la parte del cielo directamente sobre sus cabezas) o cerca del horizonte

   Si hace este experimento en un planetario, asegúrese de que cada estudiante se pare tan cerca del centro del salón como sea posible (para reducir al mínimo diferencias en la distancia a las paredes del planetario).
5. Promedie los números de todos los estudiantes. (Si es posible, pida a los alumnos que tomen varias medidas y que repitan sus medidas durante varias noches. Como se explica mas adelante, tal vez usted quiera pedirle a los estudiantes que tomen una medida en el cenit y una cerca del horizonte.
6. Dado a que hay 41,253 grados cuadrados en el cielo entero y la ventana muestra 289 grados cuadrados, el número de ventanas que se necesita para cubrir el cielo es:

   (41,253 grados cuadrados/cielo) / (289 grados cuadrados/ventana) = 143 ventanas/cielo

   Multiplique el promedio de arriba por 143 para obtener un estimado del número de estrellas visibles en el cielo entero.
7. Permita que los estudiantes evalúen la calidad de su estimado. Pregúnteles qué parte de todo el cielo de la Tierra podemos ver desde un mismo lugar.

Recuerde que estamos estimando el número de estrellas visibles en el cielo entero. Ya que desde cualquier lugar en la Tierra, podemos ver sólo la mitad del cielo en cualquier momento, el estimado del número de estrellas visibles sobre el horizonte será la mitad del número que se obtuvo anteriormente. Los estimados indican que desde un lugar oscuro y despejado con buenos ojos, un observador puede ver entre 2,500 y 3,000 estrellas diferentes en un momento dado (de cinco mil a seis mil estrellas diferentes son visibles en el cielo completo).

Un factor que podría tener un efecto en esta actividad sería la edad del "detector" (observador). A medida que las personas envejecen, disminuye la cantidad de luz que pasa a través del lente de la retina del ojo humano. A la edad de 65 años sólo pasa un tercio de la luz que entra a un ojo de 25 años de edad. Esto significa que una persona mayor verá menos estrellas. Las tenues no serán visibles para las personas mayores.

La adaptación a la oscuridad es otro factor que los estudiantes deben discutir. Mientras más tiempo pase la persona en la oscuridad, más se dilatarán sus pupilas. De este modo, dejarán entrar más luz y serán visibles las estrellas tenues. Una adaptación

© 1999 Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

completa a la oscuridad requiere que el observador esté en la oscuridad de 1 a 1 1/2 horas. Sin embargo, la mayoría de la adaptación a la oscuridad ocurre en los primeros 20 minutos. Pídale a los estudiantes que hagan un estimado de cuán buena fue su adaptación a la oscuridad cuando hicieron sus medidas. También la cantidad de luz en el cielo debido a la actividad humana puede tener un efecto importante en cuántas estrellas débiles son visibles en la ventana.

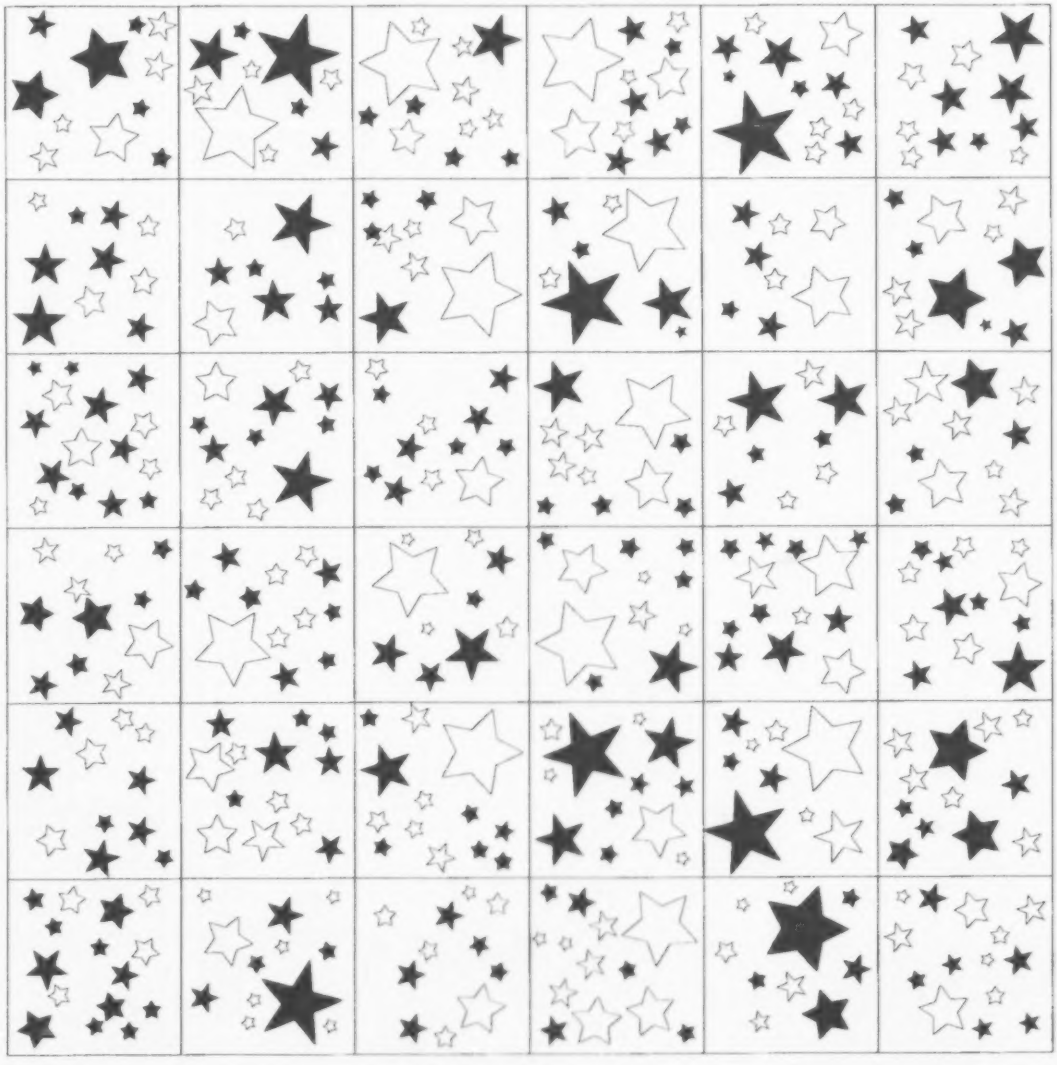
Nuestra atmósfera puede afectar el número de estrellas visibles dentro de un área de muestra. Si está nublado o brumoso, los estudiantes no verán algunas estrellas. (De hecho, si hay una cubierta significativa de nubes, probablemente la actividad se debe posponer hasta que el cielo esté más despejado. Esto le dará oportunidad para comentarle a los estudiantes que los astrónomos a menudo tienen experiencias frustrantes similares. Un grupo de astrónomos pudo haber solicitado tiempo en un gran telescopio un año por adelantado, preparó el equipo y las estrategias de observación por meses, sólo para llegar al observatorio y encontrar que está muy nublado para hacer su trabajo). Aun cuando el cielo está despejado, el aire que respiramos tendrá un efecto en el número de estrellas que vemos. Cuando miramos directo hacia arriba estamos mirando a través de la menor cantidad posible de aire. Los estudiantes deben ver menos estrellas cerca del horizonte porque la cantidad adicional de aire absorbe más luz, haciendo que las estrellas débiles sean más difíciles de detectar.

C. ACTIVIDAD ADICIONAL

1. Pídale a sus alumnos que tomen dos muestras en cada noche: una cuando no están adaptados a la oscuridad y otra 20 minutos más tarde cuando sí lo están y comparen.
2. Pídale a aquellos alumnos que viven en la ciudad, bajo contaminación lumínica, que comparen sus estimados con los de estudiantes que viven en el campo, lejos de las luces de las calles y las casas de los vecinos (o únase a otra escuela con estudiantes en un lugar diferente y compare los resultados).
3. Dele la oportunidad a los alumnos de discutir cómo continuarían la actividad de muestreo, si pudieran usar un telescopio en lugar de sus ojos.

© 1999 Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

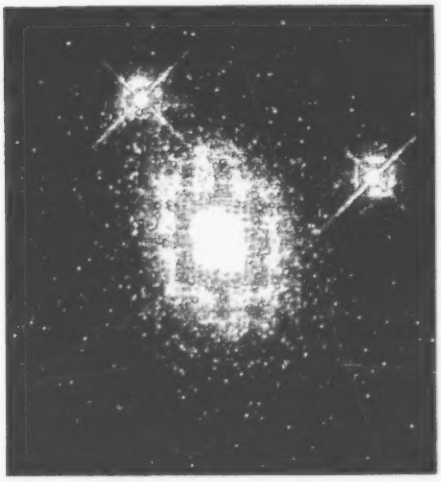
HOJA DE ESTRELLAS



© 1999 Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

Sección 8

El Universo y las galaxias



Información de fondo:
El Universo y las galaxias

Nuestro Sol es una de las más de cien mil millones de estrellas que forman parte de nuestra Galaxia, la Vía Láctea. Cada estrella que se ve a simple vista en la noche es parte de nuestra Galaxia. Si usted se aleja de las luces de la ciudad, verá una débil banda de luz extendiéndose a través del cielo. Los antiguos romanos llamaron a esta banda la "Vía Láctea". En realidad es el brillo de miles de millones de estrellas en el disco de nuestra Galaxia, tan distantes y sin embargo, tan numerosas, que la luz de todas se funde en una débil banda.

A gran distancia, nuestra Galaxia se vería como un frisbee con una pelota de softball en el centro. Las estrellas están distribuídas en un inmenso disco de más de 100,000 años-luz de lado a lado (vea la *Sección 4, Escala del Sistema Solar* para la definición de un año-luz). El disco es muy delgado, con menos de 3,000 años-luz de espesor. En el centro de la Galaxia, la estrellas están distribuidas de forma más esférica, agrupadas por encima y por debajo del disco. Si observa la constelación de Sagitario, estará mirando hacia el centro de nuestra Galaxia. Nuestro Sol se encuentra dentro del disco, a una distancia de un poco más de la mitad (27,000 años-luz) desde el centro al exterior. Es por esto que la "Vía Láctea" se ve como una banda en el cielo nocturno.

La Vía Láctea es nuestro hogar galáctico, nuestra isla de estrellas. De la misma manera que hay muchas islas en un océano, hay muchas otras galaxias: de hecho, hay miles de millones de ellas. En algunas, incluyendo la Vía Láctea, las estrellas están distribuidas en bellos patrones espirales. Estos enormes remolinos cósmicos rotan lentamente; ¡a nuestro Sol le toma alrededor de 200 millones de años el dar una vuelta completa alrededor de la Galaxia! Entre las galaxias de gran tamaño, la más cercana a la Vía Láctea es un galaxia espiral llamada M31, una gemela casi idéntica a la Vía Láctea, que se encuentra a una distancia de aproximadamente dos millones de años-luz. Desde un lugar oscuro, es posible ver a M31 sin telescopio o binoculares. Se ve como un débil manchón borroso en la constelación de Andrómeda, y la mejor época para observarla son las noches del verano en el hemisferio norte o de invierno en el sur. Es el objeto más distante que se puede observar sin instrumentos especiales. Otras galaxias tienen formas menos ordenadas. Las galaxias elípticas no tienen discos; sus estrellas están distribuidas en grandes óvalos. Las galaxias que no encajan en estas dos simples clasificaciones son llamadas galaxias irregulares; frecuentemente tienen formas desorganizadas o distorsionadas o sus estrellas están distribuidas de una manera tan desordenada que las galaxias no tienen ninguna forma en particular. Las astrónomos no están seguros de por qué las galaxias tienen formas tan distintas las unas de las otras.

Aparentemente, a las galaxias no les gusta estar solas. La mayoría se encuentran en pequeños grupos o en grandes cúmulos. La Vía Láctea y la M31 son los miembros principales de una pequeña familia de galaxias conocida como el Grupo Local. La mayoría de las, más o menos, tres docenas de miembros del Grupo Local, son galaxias elípticas pequeñas, distribuidas irregularmente a través de un volumen de espacio de aproximadamente cuatro millones de años-luz de lado a lado. La mayoría de las galaxias pequeñas se agrupan cerca de la Vía Láctea o de M31. Algunos astrónomos han comparado a las dos grandes galaxias espirales con tiburones nadando a través de un océano, con las galaxias diminutas

enredándose en ellas, reminiscentes de los peces rémora que nadan junto a los tiburones en el océano. Pero nuestro grupo es tan sólo uno en un océano de espacio; los cúmulos más grandes pueden contener cientos o hasta miles de galaxias.

Durante las útimas décadas, los astrónomos se han dado cuenta de que las galaxias dentro de estos grupos y cúmulos chocan algunas veces las unas con las otras y se mezclan para formar una sola. En un cúmulo de gran tamaño, la separación promedio entre galaxias es apenas 20 veces su diámetro, y por lo tanto, como elefantes moviéndose por debajo de una carpa de circo, ocasionalmente chocan entre sí. Sin embargo, dentro de una galaxia las estrellas están tan lejos las unas de las otras (la separación promedio entre estrellas es aproximadamente diez millones de veces su diámetro) que aún una colisión frontal con otra galaxia raramente resulta en colisiones entre estrellas. En algunas colisiones, especialmente entre dos galaxias de tamaños muy distintos, todas las estrellas de la galaxia pequeña pueden ser "absorbidas" y entrar a formar parte de la galaxia de mayor tamaño; este proceso es conocido como "canibalismo galáctico". Nuestra propia Vía Láctea está en el proceso de "comerse" (lentamente) a la Gran Nube de Magallanes, una de las dos pequeñas galaxias satélites visibles para los observadores del hemisferio sur. Eventualmente, la Gran Nube de Magallanes dejará de existir, con sus estrellas sumándose a las de la Vía Láctea.

Si usted viajara cada vez más lejos en el espacio, vería mayores y mayores grupos de galaxias. Las pequeñas asociaciones de galaxias, como el Grupo Local, se juntan con otros grupos, formando supercúmulos de galaxias. El Supercúmulo Local (del cual el Grupo Local es miembro) tiene un tamaño de 150 a 250 millones de años-luz. Estos supercúmulos están unidos en estructuras aún más grandes con diversos nombres, como filamentos, panqueques o paredes, alrededor de enormes regiones vacías, sin ninguna galaxia en ellas. Esta estructura de gran escala de supercúmulos ha sido comparada con la espuma del jabón, con las galaxias localizadas en las superficies de las burbujas, con nada dentro de ellas.

Las astrónomos no saben cómo se originó esta estructura de gran escala. El estudio de cómo empezó el Universo, cómo llegó a su estado actual, y qué pasará con él en el futuro (llamado "cosmología") es una de las áreas más especulativas de la astronomía. Sin embargo, la mayoría de los astrónomos están de acuerdo en dos cosas: que el Universo tuvo un comienzo definido, el llamado *Big Bang* (o Gran Explosión), y que ha estado expandiéndose desde entonces. Según la teoría del Big Bang, el Universo comenzó a expandirse repentinamente, empezando de un estado original increíblemente denso y caliente, hace 10 o 20 billones de años. El término "Big Bang" es un nombre algo inapropiado, ya que nos hace pensar en una tremenda explosión en el espacio, como las que vemos en las películas de acción. En realidad fue una súbita y rápida expansión del espacio mismo. El Universo no está expandiendose hacia algo; el propio Universo (espacio con materia y energía dentro de él) está expandiéndose.

En 1964, dos físicos en los Laboratorios Bell en Nueva Jersey, Arno Penzias y Robert Wilson, estaban experimentando con una antena especial de radio de bajo ruido. Se dieron cuenta que estaban recibiendo una molesta señal extra que no cambiaba, independientemente de la dirección a la que estuviera apuntando la antena o la hora del día o la estación del año. Pensaron que el "ruido" era debido a las palomas que vivían en la antena, pero, a pesar de espantar a las palomas y limpiar su excremento, el ruido persistió. Después se dieron cuenta de que lo que pensaban era ruido en realidad era el débil eco de la radiación del Big Bang que llegaba a nosotros de todas partes del Universo. Fue la primera evidencia observacional que apoyaba a la teoría del Big Bang, y como resultado, Penzias y Wilson obtuvieron el premio Nobel de física en 1978.

No importa en que dirección observemos, todas las galaxias distantes parecen alejarse de nosotros. Esto proporciona una confirmación visual de la expansión del Universo. Imagínese las galaxias como uvas pasas en una hogaza de pan en el horno. Conforme la masa del pan se calienta y aumenta de tamaño, todas las pasas se alejan unas de otras; la distancia entre pasas que originalmente estaban lejos se incrementa más que la distancia entre pasas cercanas. De la misma manera, mientras más lejos se encuentra una galaxia, más rápido se aleja de nosotros. Esto no significa que somos el centro del Universo. Todas las pasas se alejan unas de otras, sin importar donde estén en el pan. En la antigüedad, la gente creía que la Tierra era el centro del Universo. Ahora sabemos que la Tierra orbita una estrella común y corriente que se encuentra en las partes externas de una galaxia ordinaria que es tan sólo una de miles de millones de galaxias en el Universo. No parece haber nada especial en nuestra localización en el cosmos. Si hay algo que nos puede hacer especiales, es cuánto hemos logrado aprender acerca del Universo donde vivimos.

Tu dirección galáctica

Actividad 8.1

Edades: 11-14

Fuente: Reimpreso con el permiso de PASS (Planetarium Activities for Student Success), Vol. 9 *How Big is the Universe?* Producido por el Astronomy Education Program del Lawrence Hall of Science, University of California, Berkeley. Derechos reservados © 1992 por The Regents of the University of California. Disponible a través del catálogo *Eureka!*, Lawrence Hall of Science, University of California, Berkeley, CA 94720-5200, U.S.A.; Tel: (510)642-1016.

¿De qué trata esta actividad?

Existen muchas actividades para hacer modelos a escala del Sistema Solar, pero pocas incluyen distancias tan grandes como el tamaño de una galaxia. Esta simple actividad ayudará a los estudiantes a poner en perspectiva las estructuras y distancias cósmicas. La actividad también ayuda a reforzar la idea de que los planetas forman sistemas solares, los cuales son extremadamente pequeños cuando se comparan con una galaxia.

¿Qué harán los estudiantes?

Los estudiantes identificarán y rotularán su ubicación en una serie de mapas a escala, a escalas sucesivamente más grandes, desde su salón de clases a la Galaxia Vía Láctea.

Consejos y sugerencias

- Este ejercicio se construye sobre los conceptos ilustrados en el video Powers of Ten (disponible en el catálogo de la ASP).
- Para niños mayores, incluya matemática adicional pidiéndole a los estudiantes que determinen una escala apropiada para cada mapa. Dígale a los estudiantes que averigüen los tamaños reales de los objetos mostrados en cada mapa. Después los estudiantes deberán medir los dibujos y calcular los factores de escala.

  Por ejemplo: El mapa 7 muestra una imagen de la Tierra. La imagen original, antes que la redujéramos para este libro, era de aproximadamente 10 cm de ancho. El diámetro de la Tierra es de 12,760 km. Así que, el factor de escala para ese mapa sería 1 cm = 1,276 km. (Sus estudiantes necesitarán nuevas medidas para cada una de las ilustraciones).

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Tamaños relativos de estructuras humanas, comparadas con planetas, el Sistema Solar y la Galaxia	Ordenar Comunicar	Escala

Tu dirección galáctica

Usualmente piensas en tu dirección como algo de tres o cuatro líneas de largo: tu nombre, calle, ciudad, estado y país. Pero para escribir la dirección en una carta a un amigo en una galaxia distante, tienes que especificar dónde estás con relación a objectos a escalas mayores.

MATERIALES

Para cada estudiante, uno de cada uno de los mapas:

1. Salón de clases
2. Escuela
3. Vecindario
4. Ciudad
5. Estado o Provincia
6. País
7. Mundo
8. Sistema Solar
9. Galaxia Vía Láctea

ANTES DE LA CLASE

1. Obtenga un mapa de su escuela y redúzcalo/fotocópielo (o dibuje un mapa de su escuela) para que quepa en el Mapa de la dirección galáctica 2 como una fotocopia maestra. (Otra opción sería hacer de esto una actividad adicional para sus estudiantes).
2. Reduzca/fotocopie un mapa de su vecindario y un mapa de su ciudad para hacer una fotocopia maestra para el Mapa de la dirección galáctica 3-4.
3. Reduzca/fotocopie un mapa de su estado o provincia para colocarlo en la sección superior de la fotocopia maestra del Mapa de la dirección galáctica 5.
4. Reduzca/fotocopie un mapa de su país para colocarlo en la sección superior de la fotocopia maestra del Mapa de la dirección galáctica 6.
5. Use las fotocopias maestras para hacer un juego de Mapas de direcciones galácticas para cada estudiante o grupo de estudiantes.

© 1992 por The Regents of the University of California

EN CLASE

1. Pídale a un estudiante que dé su dirección.
2. Explíquele que si fuera a escribir una carta a un extraterrestre, necesitaría una dirección mucho más detallada que esa. Una dirección galáctica completa debe alcanzar muchas escalas de distancia.
3. Distribuya los Mapas de direcciones galácticas 1 y 2. Pídale a los estudiantes que hagan un borrador del mapa del salón de clases con los escritorios enumerados. Dígale a cada estudiante que invente un símbolo para representarse ellos mismos y que marquen con ese símbolo su lugar apropiado en el dibujo. Pídales que escriban su número de escritorio en el espacio provisto.
4. Pídale a los estudiantes que marquen su símbolo en el número apropiado en el mapa de la dirección galáctica 2. Dígales que escriban su número de salón en el espacio en blanco.
5. Distribuya los mapas galácticos 3 y 4. Pídale a los estudiantes que escriban sus símbolos en los espacios apropiados en cada mapa, vecindario y ciudad. Haga que completen los espacios en blanco de la dirección, "número de calle", y "calle" en el lado derecho del papel. Todos pueden usar la misma dirección de la escuela.
6. Distribuya los mapas de direcciones galácticas 5 y 6. Pídale a los estudiantes que escriban sus símbolos en cada mapa apropiadamente. Pídales que escriban la "ciudad" y "estado" o "provincia" apropiados en los espacios en blanco.
7. Distribuya los mapas de direcciones galácticas 7 y 8. Pídale a los estudiantes que escriban sus símbolos en cada mapa y el país y planeta correctos en los espacios en blanco.
8. Distribuya el Mapa de la dirección galáctica. Dígale a la clase que nuestro Sistema Solar se encuentra como a 2/3 de la distancia del centro al extremo de la Galaxia. También, nos encontramos en el extremo externo de un "brazo espiral de gran tamaño". Los estudiantes pueden usar estas pistas para marcar sus símbolos en la Galaxia. Haga que llenen el espacio del "Brazo Galáctico" en la parte derecha de la página.
9. Finalmente, pídale a los estudiantes que escriban sus direcciones galácticas completas en la parte inferior del mapa 9, desde el escritorio donde están sentados hasta la galaxia donde estamos. Dígales que la Vía Láctea es parte de un cúmulo de galaxias llamado el Grupo Local.

© 1992 por The Regents of the University of California

Mapa de la dirección galáctica 1:
Salón de clases

Por favor, marca dónde está tu escritorio.

Estoy en el escritorio número _____ .

Mapa de la dirección galáctica 2:
La escuela

Por favor, marca dónde está tu salón de clases.

Estoy en el salón de clase _____ .

297

© 1992 por The Regents of the University of California

Mapa de la dirección galáctica 3:
El vecindario

Por favor, marca dónde está tu escuela.

Número de calle y calle: _____

Mapa de la dirección galáctica 4:
La ciudad

Por favor, marca dónde está tu escuela.

Número de calle y calle: _____

© 1992 por The Regents of the University of California

Mapa de la dirección galáctica 5:
El estado o provincia

Por favor, marca dónde está tu ciudad.

Mi cuidad: _____

Mapa de la dirección galáctica 6:
El país

Por favor, marca dónde está tu estado o provincia.

Mi estado o provincia: _____

© 1992 por The Regents of the University of California

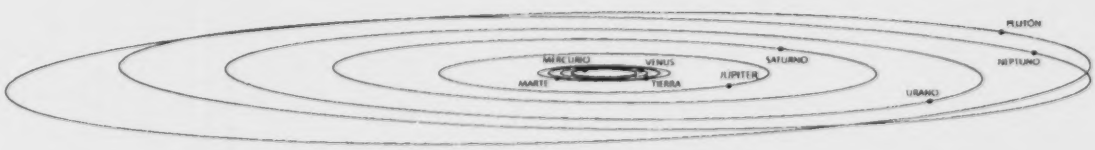
Mapa de la dirección galáctica 7:
El mundo

Por favor, marca dón estás tú.

Mi país: _____

Mapa de la dirección galáctica 8:
El Sistema Solar

Por favor, marca dónde está tu mundo.

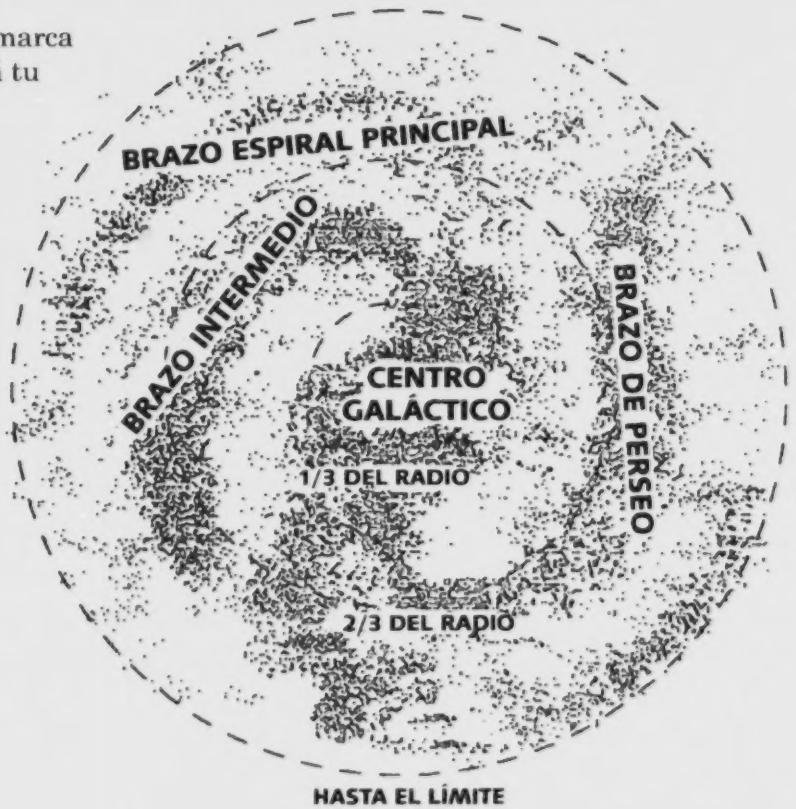


Mi planeta: _____

© 1992 por The Regents of the University of California

Mapa de la dirección galáctica 9:
La Galaxia Vía Láctea

Por favor marca dónde está tu mundo.



Mi Sistema Planetario: _____

Por favor, escribe abajo tu dirección galáctica completa.

Nombre:	_____	6. País:	_____
1. Salón del clases:	_____	7. Planeta:	_____
2. Escuela:	_____	8. Sistema planetario:	_____
3. Calle y #:	_____	9. Brazo galáctico:	_____
4. Ciudad:	_____	10. Galaxia:	_____
5. Estado/Provincia:	_____	11. Cúmulo de galaxia:	_____

© 1992 por The Regents of the University of California

BEST COPY AVAILABLE

Calendario cósmico y línea de tiempo/Modelo a escala de la edad de la Tierra

Actividad 8.2

Edades: 12-14

Fuente: Actividad "Calendario cósmico" por Therese Puyau Blanchard, Arun Elementary School. Adaptada por el personal de Project Astro, Astronomical Society of the Pacific. El "Calendario cósmico" está adaptado con el permiso del libro de Carl Sagan, *The Dragons of Eden* (Derechos reservados © 1977 por Carl Sagan) y de su serie de televisión *Cosmos*. "Línea de tiempo/Modelo a escala de la edad de la Tierra" por Peter H. Burkey, Fennvill High School, adaptada del libro de Payne, Falls, y Whidden, *Physical Science: Principles and Applications*, 5ta edición, Wm. C. Brown Publisher, 1989.

¿De qué trata esta actividad?

La cosmología — el estudio de nuestro Universo, cómo empezó, y cómo ha evolucionado — es estimulante para los estudiantes. Pero muchos se sienten abrumandos por los inmensos eones de tiempo entre hoy y el principio del Universo. Dado que los números son tan grandes, algunos estudiantes piensan que no es posible entender lo que estaba pasando hace tanto tiempo. Es importante mostrarle a los estudiantes que podemos desarrollar teorías científicas útiles sobre el principio del Universo y su evolución. Para ayudarlos con el proceso, podemos proveerles de un "puente" a través del tiempo que hará los números más significativos. Podemos ayudar a los estudiantes a apreciar su lugar en una línea de tiempo cósmica. Estas dos actividades están diseñadas precisamente para eso.

En "Calendario cósmico", los estudiantes distribuyen la evolución del Universo en un calendario de un año, en el cual el Big Bang ocurre el primero de enero. En "Línea de tiempo/Modelo de la edad de la Tierra" los estudiantes crearán una línea de tiempo para la evolución de la superficie, la atmósfera y la vida del planeta, en una tira de 10 metros de papel de caja registradora.

¿Qué harán los estudiantes?

Calendario cósmico:

Los estudiantes trabajarán en equipo para estimar en qué parte de una línea de tiempo de un año deben ser colocados eventos importantes. La colocación y orden general de los eventos en la línea de tiempo se discutirá y refinará con el grupo completo. Los estudiantes más avanzados pueden investigar las fechas de eventos significativos y calcular dónde ocurrieron estos eventos en el modelo.

Línea de tiempo/Modelo a escala de la edad de la Tierra:

Usando un pedazo largo de papel para caja registradora, los estudiantes determinarán una escala de línea de tiempo basada en la edad aproximada de la Tierra y el largo de la tira de papel. La actividad

(continúa en la sigiente página)

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Cosmología	Ordenar	Evolución
El Big Bang	Organizar	Escala
Eventos importantes en la historia del Universo y la Tierra	Calcular	
La edad de la Tierra	Visualizar	
Evolución geológica y biológica	Hacer gráficas	

explica la matemática requerida para determinar la escala. Usando la lista de eventos ofrecida, los estudiantes medirán y marcarán los lugares de los eventos en el papel.

Consejos y sugerencias

- Para estudiantes menores, deles el conjunto de eventos seleccionados, o pídales que creen dibujos para los eventos provistos.
- En ambas actividades, la matemática que se usa para determinar una fecha relativa en la línea de tiempo o modelo se puede hacer con toda la clase. Sin embargo, motive a los estudiantes mayores a hacer la matemática, y a usar la división y los residuos para identificar la fecha de eventos particulares. Usted puede añadir más eventos para estudiantes mayores, dependiendo del material ya cubierto en clase.
- Presente las actividades en una exhibición en el pasillo. Motive a sus estudiantes a pensar sobre cómo podrían explicar el calendario modelo o la línea de tiempo a otros. Una forma de hacerlo es anotar cada evento, e incluir la evidencia que tienen los científicos para apoyar sus estimados. Por ejemplo, la edades del Sistema Solar están basadas en la radioactividad de meteoritos y rocas de la luna.
- Pídale a los estudiantes que investiguen una era en particular en el calendario modelo o línea de tiempo, y desarrollen una intercalación más detallada o una visión ampliada. Por ejemplo, la edad de los dinosaurios, que va desde 200 millones de años atrás hasta aproximadamente 65 millones de años atrás, se puede dividir en períodos geológicos y biológicos específicos (triásico, jurásico, cretáceo, etc.)

Calendario cósmico

por Therese Puyau Blanchard
y el personal del Proyecto ASTRO en la Astronomical Society of the Pacific

INTRODUCCIÓN

Aunque todavía existe controversia sobre los números exactos, los astrónomos estiman que el Universo empezó de 12 a 20 billones de años atrás, en una explosión de espacio, tiempo, materia y energía que llamamos Big Bang. Tales números son difíciles de visualizar. La mayoría de los estudiantes tienen dificultades en comprender cuán grande es este período de tiempo comparado con nuestros propios tiempos de vida o los eventos que leen en la clase de historia.

Una manera de visualizar extensiones grandes de tiempo geológico o astronómico es hacer una analogía entre el tiempo desde la creación del cosmos y una extensión de tiempo más familiar. Los educadores en geología han usado esta técnica desde hace tiempo, pero en astronomía la idea fue promovida por Carl Sagan, astrónomo y popularizador científico de Cornell University.

En el capítulo 1 de su libro *The Dragons of Eden* (1977, Random House), ganador del premio Pulitzer, Sagan propone comprimir la historia del Universo en un año y ver en que lugar de ese año se localizan varios eventos interesantes. Basado en este modelo, Sagan calcula que si el Big Bang ocurre el primero de enero, el origen de nuestro Sistema Solar será a mediados de septiembre y la primera aparición de humanos en la Tierra no ocurrirá hasta tarde en la noche del 31 de diciembre.

METAS:

1) Ayudar a los estudiantes a visualizar la inmensidad del tiempo cósmico, desde el Big Bang.
2) Darle a los estudiantes práctica con razones y proporciones.

LA ACTIVIDAD

Edades: 9-14 años

Tiempo estimado para completarla: 40 minutos

MATERIALES NECESARIOS

- Calendario de 12 meses
- Cuerda y ganchos de ropa (opcional)
- Tarjetas grandes o carteles para cada evento, con la fecha del evento escrita en la parte de atrás (cubierta con un papel)

POR GRUPO

- Hoja del "Calendario cósmico"
- Hoja grande de papel de construcción o cartulina
- Goma
- Tijeras

PROCEDIMIENTOS

1. Presente el concepto de la línea del tiempo, desplegando los 12 meses del calendario colgados a lo largo de la pared o en una cuerda de un lado a otro del salón.
2. Explique que el primero de enero de nuestro "Calendario cósmico" de un año representa el "Big Bang", el cual los científicos creen es el comienzo del tiempo cósmico. Explique que "hoy" se representa por el último momento posible, el 31 de diciembre.
3. Divida la clase en grupos y distribuya la hoja "Calendario cósmico" a cada grupo. Pídale a los grupos que recorten y peguen el calendario en papel de construcción grande para crear una línea del tiempo.
4. Cada grupo debe recortar los eventos importantes que aparecen en la hoja del "Calendario cósmico" y describir su posible orden. Pídale a los grupos que coloquen los eventos al lado del mes en que creen que ocurrieron. Los grupos que terminen primero pueden predecir el día del mes.
5. Seleccione un grupo de voluntarios para ser una "línea de tiempo viviente". Dé a cada persona en el grupo un cartel o foto de uno de los eventos (en la parte de atrás usted ha escrito la fecha del "Calendario cósmico" para ese evento) y pídale a los estudiantes que se paren debajo de línea de tiempo en el orden que decidieron los grupos.
6. Discuta con la clase el orden de los eventos presentados. Un estudiante que esté en desacuerdo con el orden de algún evento puede sustituirlo y sostener él mismo el cartel. Continue la discusión, hasta que la mayoría de los estudiantes esté de acuerdo con el orden.
7. Pídale a cada persona en la "línea de tiempo viviente"que descubra la fecha apropiada en la parte de atrás de sus carteles y que se coloque en el lugar apropiado de la línea de tiempo.
8. Señale eventos significativos y discuta estas preguntas:
   - Los humanos llegaron a la escena hace 7 minutos, de acuerdo a nuestro modelo. ¿Cómo cambia esto tu perspectiva de nuestra importancia?
   - Los dinosaurios gobernaron la Tierra por casi doscientos millones de años, desde el 25 de diciembre hasta el 30 de diciembre (10:00 am) en nuestra línea de tiempo. ¿Cómo cambia esto tu forma de pensar sobre los dinosaurios?
   - ¿Cuán viejo es nuestro Sol comparado con otras estrellas? Si hay estrellas más viejas que el Sol (y hay muchas), ¿es posible que tengan formas de vida más antiguas?
   - ¿Cómo seríamos hoy, si los homínidos en la Tierra hubiesen evolucionado millones de años antes?

EXTENSIONES

1. Pídale a los estudiantes que diseñen sus propias líneas de tiempo cósmico en sus cuadernos e incluyan información y dibujos.
2. Pídale a los estudiantes que trabajen en grupos para diseñar móviles usando ganchos y cuerdas.
3. Expanda una parte del "Calendario cósmico" para estudiar los varios períodos de tiempo geológico.
4. Designe una pared entera en el pasillo de la escuela para la línea de tiempo. Pídale a los estudiantes que creen dibujos y títulos para describir los eventos principales y cuélguelos a lo largo de la línea del tiempo. Dígale a un grupo que haga un afiche para explicar el concepto de línea de tiempo a otros estudiantes.
5. Añada eventos adicionales a la línea de tiempo. La extensión siguiente tiene una fórmula para calcular la fecha de un evento en el calendario modelo.

Calendario cósmico

Algunas fechas para recordar

BIG BANG
15 billones de años atrás
1 de enero

GALAXIAS
13 billones de años atrás
9 de febrero

CÚMULOS GLOBULARES
12 billones de años atrás
14 marzo

SISTEMA SOLAR
(NUESTRO SOL Y PLANETAS)
4.5 billones de años atrás
13 de septiembre

APARICIÓN DE LA VIDA EN LA TIERRA
4 billones de años atrás
25 de diciembre

PLANTAS MARINAS Y VIDA ANIMAL
560 millones de años atrás
18 de diciembre

DINOSAURIOS
248 millones de años a 65 millones de años atrás
25 de diciembre al 30 de diciembre, alrededor de las 10 am

HOMO SAPIENS
200,000 años atrás
31 de diciembre, alrededor de las 11:53 pm

NOTA
Estas fechas son aproximadas. Sus estudiantes pueden investigar la información más reciente acerca de cuándo se cree que han ocurrido varios eventos.

EXTENSIONES PARA ESTUDIANTES MAYORES (GRADOS 7-9)

1. Después de que a los estudiantes se les ha presentado la idea de comprimir la secuencia de eventos desde el Big Bang en un solo año, pídales que piensen en otros eventos importantes que han ocurrido entre el Big Bang y hoy.
2. Pídale a los estudiantes que investiguen en la biblioteca hace cuánto tiempo ocurrieron los eventos que seleccionaron. Cada estudiante o grupo puede ser responsable de una cantidad manejable de eventos a investigar. Si el tiempo es corto, es posible que usted tenga que proveer los tiempos asociados con los eventos principales en la historia cósmica.
3. Pídale a los estudiantes que calculen dónde ocurrirán los eventos en el calendario modelo. Para hacer esto, los estudiantes necesitarán saber la edad del Universo. Puede asignarle a los estudiantes que la investiguen o usar 15 billones de años (el valor que Sagan usa en su libro). Recuerde que esto es materia de debate y puede cambiar, a medida que nuevos datos se reciben del Telescopio Espacial Hubble y otros instrumentos.

   Pídale a los estudiantes que escriban un cociente de la forma:

$$\frac{\text{Número de años que hace que ocurrió el evento}}{\text{Número de años que hace que ocurrió el Big Bang } (15 \times 10^9)} = \frac{x}{365 \text{ días}}$$

Al encontrar x, los estudiantes tendrán el número de días desde el fin de año para el evento en cuestión. Podrán contar los días en el calendario, empezando con el 31 de diciembre, hasta hallar la fecha que corresponde a x días. (Nota: Si el

año del calendario que están usando es bisiesto, sustituya 366 días por 365 o tache el 29 de febrero de los calendarios).

Ejemplo:

Las galaxias se formaron hace 13 billones de años. Obtenga el cociente entre estas fechas y 365 días del calendario.

$$\frac{13 \times 10^9}{15 \times 10^9} = \frac{x}{365 \text{ días}}$$

$$x = 316.5$$

Así que la formación de las galaxias en nuestro calendario ocurrió 317 días antes que el presente (31 de diciembre). Por lo tanto, debemos contar hacia atrás 317 días desde el 31 de diciembre.

4. La razón que aparece arriba funciona bien para períodos de tiempo que son fracciones significativas de la edad del Universo (tales como la formación del Sistema Solar o el origen de la vida en la Tierra). Pero cuando llegue a los eventos más cercanos a nuestro tiempo (tales como el lanzamiento del primer satélite desde la Tierra), los días son unidades muy grandes y necesitará desarrollar una escala de horas para el 31 de diciembre. Para hacer esto, subdivida el último día en 24 partes (puede también dividir la última de estas 24 partes en 60 subdivisiones). Aquí está la fórmula (estudiantes mayores pueden derivarla):

$$\frac{\text{Número de años que hace que ocurrió el evento}}{15 \times 10^9} = \frac{x}{5.265 \times 10^5}$$

La x es el número de minutos, antes de la medianoche del 31 de diciembre de nuestro "Calendario cósmico".

5. Asegúrese de dejar tiempo para discutir los resultados de la actividad y dele la oportunidad a los estudiantes de expresar su asombro sobre la parte tan pequeña que toma la vida y actividad humana en el modelo anual. En la escala del tiempo cósmico, la historia de los humanos recién ha comenzado. ¿Qué piensan los estudiantes de esto? Si somos nuevas adiciones al Universo, ¿cómo debe influenciar esto nuestro comportamiento?

Otras posibles "Fechas para recordar"

FÓSILES MÁS ANTIGUOS
3.5 billones de años atrás

VIDA QUE REQUIERE AIRE
1 billón de años atrás

TYRANNOSAURUS REX
150 millones de años atrás

SUPERNOVA 1987A
Explosión vista en la Gran nube de Magallanes (donde ocurrió)
169,000 años atrás

PRIMERAS SOCIEDADES HUMANAS DE CAZADORES Y RECOLECTORES
30,000 años atrás

HOJA DE TRABAJO

Calendario Cósmico

Big Bang
Aparición de la vida en la Tierra
Homo Sapiens

Sistema Solar
(nuestro Sol y Planetas)
Dinosaurios

Galaxias
Vida marina, plantas y animales

ENERO

D	L	M	M	J	V	S
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

FEBRERO

D	L	M	M	J	V	S
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28		

MARZO

D	L	M	M	J	V	S
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

ABRIL

D	L	M	M	J	V	S
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

MAYO

D	L	M	M	J	V	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

JUNIO

D	L	M	M	J	V	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

JULIO

D	L	M	M	J	V	S
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

AGOSTO

D	L	M	M	J	V	S
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

SEPTIEMBRE

D	L	M	M	J	V	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

OCTUBRE

D	L	M	M	J	V	S
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

NOVIEMBRE

D	L	M	M	J	V	S
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

DICIEMBRE

D	L	M	M	J	V	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Línea de tiempo y modelo a escala de la edad de la Tierra

por Peter H. Burkey
y el personal del Proyecto Astro en la Astronomical Society of the Pacific

METAS:

1) Ayudar a los estudiantes a visualizar la evolución de la Tierra.
2) Usar la línea de tiempo como un modelo a escala.
3) Practicar razón y proporciones.

MATERIALES NECESARIOS:

Papel para cajas registradoras

Calculadora

Lápiz o marcador

PROCEDIMIENTOS

1. Mida y recorte tiras de 10 metros de papel de cajas registradoras (disponible en la mayoría de las tiendas especializadas en artículos de oficina). Distribuya las tiras de papel a cada grupo de estudiantes o cree la línea de tiempo con toda la clase. Pídale a los estudiantes que dividan y marquen la tira de 10 metros en metros y escalas menores.
2. Pídale a los estudiantes que determinen la escala para los eventos en la hoja de trabajo. Puede pedirle a los estudiantes que investiguen cuándo ocurrieron los hechos o que añadan más eventos.

CÓMO DETERMINAR LA ESCALA

La mayoría de los científicos están de acuerdo en que la edad aproximada de la Tierra es 4.5 billones de años. Use la siguiente fórmula para determinar la escala de la línea de tiempo.

$$\frac{\text{Número de años que hace que ocurrió el evento}}{4.5 \times 10^9 \text{ billones de años}} = \frac{\text{distancia desde el "presente"}}{\text{largo de la tira}}$$

El "Calendario cósmico" de la Tierra

FORMACIÓN DE LA TIERRA
1 de enero

SE FORMA LA CORTEZA DE LA TIERRA
2 de enero

PRIMEROS ORGANISMOS VIVIENTES
6 de marzo

DESARROLLO DE PLANTAS Y ANIMALES
octubre

SE FORMAN LOS DEPÓSITOS DE CARBÓN
noviembre

ABUNDANCIA DE DINOSAURIOS
1 de diciembre

DESAPARICIÓN DE LOS DINOSAURIOS
20 de diciembre

APARECEN LAS ESPECIES HUMANAS
31 de diciembre

MOMENTO CUMBRE DEL IMPERIO ROMANO
31 de diciembre, 11:59:30 pm

DESCUBRIMIENTO DEL NUEVO MUNDO
31 de diciembre, 11:59:52 pm

HIROSHIMA
31 de diciembre, 11:59:59 pm

POR EJEMPLO:
El fenómeno de "deriva continental" (el movimiento de los continentes en la superficie de la Tierra) empezó hace alrededor de 200 millones de años. Para representar esto en una línea de tiempo de 10 metros de largo, complete la siguiente proporción:

$$\frac{200 \times 10^6 \text{ años}}{4.5 \times 10^9 \text{ años}} = \frac{x}{10 \text{ m}}$$

$$x = \frac{(200 \times 10^6 \text{ años})\ (10 \text{ m})}{4.5 \times 10^9 \text{ años}}$$

$$x = .44 \text{ m}$$
$$x = 44 \text{ cm}$$

3. Escriba los eventos en el lugar apropiado de la línea de tiempo. Use la hoja de trabajo adjunta para hallar los tiempos de ciertos eventos significativos en la historia de la Tierra.

EXTENSIONES

- Puede extender el último millón de años en una línea de tiempo aparte, usando una escala un poco más grande para enfatizar eventos recientes.
- Como una extensión de la actividad de la línea de tiempo, puede relacionar la edad de la Tierra a un calendario anual (similar al de la actividad del "Calendario cósmico"). Vea la escala de tiempo en la página anterior, donde un "año" es igual a 4.5 billones de años.

Para crear un calendario propio, use la siguiente proporción:

$$\frac{\text{tiempo}}{365 \text{ días}} = \frac{\text{evento}}{4.5 \times 10^9 \text{ años}}$$

Escriba el "evento" como el número de años que hace que ocurrió el evento y resuelva para "tiempo". Reste esta cantidad de días del final del año para determinar la fecha en que ocurrió el evento.

8.2, Modelo a escala de la edad de la Tierra

Selección de eventos importantes en la historia de la Tierra

EVENTO	NÚMERO DE AÑOS ATRÁS	DISTANCIA DESDE EL PRESENTE EN UNA TIRA DE 10 M
Rocas más antiguas	3.7 billones	8.22 m
Fósiles más antiguos	3.5 billones	7.78 m
Cesa la actividad volcánica en la Luna	3.0 billones	6.67 m
Empieza la fotosíntesis	2.0 billones	4.44 m
Comienzo de las placas tectónicas	1.5 billones	3.33 m
El oxígeno se acumula en la atmósfera	600 millones	1.33 m
Aparecen los primeros vertebrados	500 millones	1.11 m
Primeros anfibios e insectos	400 millones	89 cm
Aparición de los reptiles	300 millones	67 cm
Edad de los dinosaurios	200 millones	44 cm
Gran diversidad de mamíferos	65 millones	14 cm
Difusión de plantas con flores	5 millones	1.1 cm
"Lucy"	3.5 millones	8 mm
Homo habilis, glaciaciones	2 millones	4 mm
Homo erectus	1 millón	2 mm
Hombre de Neanderthal	130 mil	.3 mm
Cromañón	35 mil	.08 mm

El Universo en expansión

Actividad 8.3

Edades: 13-14+

Fuente: Reimpreso con el permiso de *PASS (Planetarium Activities for Student Success), Vol. 9 How Big is the Universe?* Producido por el *Astronomy Education Program* del Lawrence Hall of Science, University of California, Berkeley. Derechos reservados © 1992 por The Regents of the University of California. Disponible a través del catálogo *Eureka!*, Lawrence Hall of Science, University of California, Berkeley, CA 94720-5200, U.S.A.; Tel.: (510) 642-1016.

¿De qué trata esta actividad?

Esta actividad es una investigación completa de la física de ondas, el principio del efecto Doppler y la naturaleza de la ley de Hubble. Comienza con una demostración del concepto de longitud de onda en una cuerda, sigue con ondas de sonido y finalmente discute la analogía entre las ondas de sonido y las ondas de luz. Esta progresión ayudará a los estudiantes a entender que la misma física se aplica a toda clase de ondas.

¿Qué harán los estudiantes?

Primero, los estudiantes usarán resortes o cuerdas elásticas largas para investigar la frecuencia y longitud de onda de varias ondas. Los estudiantes presenciarán una demostración del efecto Doppler en ondas de sonido, usando una fuente continua de ruido que da vueltas en un círculo. Después, los estudiantes aplicarán sus conocimientos sobre efecto Doppler a ondas de luz, para investigar el corrimiento al rojo de los espectros de una muestra de galaxias. Finalmente, los estudiantes usarán sus datos para crear una gráfica de la distancia versus la velocidad de recesión, ilustrando la ley de Hubble.

Consejos y sugerencias

- Esta actividad deberá ser realizada después de una investigación o demostración sobre espectros de gases, para que los estudiantes entiendan cómo es posible medir el desplazamiento Doppler con un espectro. Es más adecuada para estudiantes con edades de 13 a 14 años, aunque se puede hacer con estudiantes mayores.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Longitud de onda	Experimentar	Energía
Frecuencia	Hacer gráficas	Interacciones
Efecto Doppler	Observar	Patrones de cambio
Ley de Hubble		
Expansión del Universo		

El universo en expansión

¿Qué evidencia tenemos de que nuestro Universo se está expandiendo? Estas actividades ayudarán a los estudiantes a entender cómo sabemos esto. Es importante que su clase haya hecho actividades con espectros de luz. Una vez que los estudiantes estén familiarizados con los espectros de luz, pueden entender la idea del efecto Doppler, escuchando un generador de sonido que rota. Podrán relacionar el corrimiento al rojo de los espectros de las galaxias con la velocidad de estas. Finalmente, sus estudiantes harán una gráfica de distancia vs. velocidad para una muestra de galaxias, con el fin de hallar la "constante de Hubble" de nuestro Universo en expansión.

MATERIALES

Para la Parte A

- Un resorte largo (disponible en compañías de instrumentos científicos)
- Un reloj con segundero
- Hoja de trabajo "Frecuencia y longitud de onda" (1/estudiante, copia reducida en esta página)

Para la Parte B

- Un generador de sonido. Un reloj de alarma funciona bien. O puede ir a una tienda de artículos electrónicos y comprar un zumbador de 3v, dos baterías (tamaño C o D) y un portabatería. Si desea, puede ponerle un interruptor.
- Soga, hilo fuerte de pescar o cuerda fuerte (un metro de largo, aproximadamente)

Para la Parte C

- Hoja de trabajo "Espectros de galaxias rápidas" (1/estudiante)
- Lápiz (1/estudiante)

Para la Parte D

- Hoja de trabajo "Ley de Hubble" (1/estudiante)
- Lápiz (1/estudiante)

FRECUENCIA Y LONGITUD DE ONDA

DIBUJA UNA SOLA ONDA:

FRECUENCIA _____

LONGITUD DE ONDA _____

DIBUJA UNA ONDA DOBLE:

FRECUENCIA _____

LONGITUD DE ONDA _____

DIBUJA UNA ONDA TRIPLE:

FRECUENCIA _____

LONGITUD DE ONDA _____

© 1992 por The Regents of the University of California

ANTES DE LA LECCIÓN

1. Haga una copia para cada estudiante de la hoja de trabajo que se muestra en esta página.
2. El resorte se puede sostener con los dedos. Sin embargo, es mucho más cómodo si hace un mango para cada extremo del resorte. Un mango simple se puede hacer insertando pedazos de madera en los extremos del resorte y asegurándolos con cinta eléctrica.
3. Amarre un extremo de la cuerda al generador de sonido. Es mejor amarrar la cuerda a un agujero en el generador de sonido (por ejemplo, a un agujero en el portabatería). Taladre un par de agujeros, si es necesario. Use varios nudos. En el otro extremo de la cuerda, haga un lazo del tamaño de una de sus muñecas.

EN CLASE – PARTE A
FRECUENCIA Y LONGITUD DE ONDA

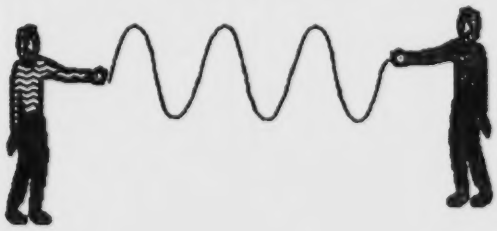
1. Pregúntele a sus estudiantes, "¿Cómo se produce el sonido?" (Vibraciones de moléculas de aire, o aire que vibra). A los estudiantes les puede tomar un tiempo entender que el aire puede vibrar. Un excelente ejercicio es pedirle a los estudiantes que se toquen la garganta mientras hacen sonidos. Para hacerles entender la idea de que las ondas de sonido se mueven a través del aire desde la fuente de vibración, pregunte: "¿Has escuchado el eco de un sonido que ha viajado un largo trecho y ha regresado a ti?"
2. Pídale a un voluntario que sostenga un extremo del resorte y que se pare al menos a seis pasos de distancia de usted para estirar el resorte. Pídale al resto de los estudiantes que cuenten los pasos en voz alta.
3. Recuérdele al voluntario que no se mueva, mientras usted mueve el otro extremo del resorte hacia arriba y hacia abajo, una vez, para crear una onda que viaje por el resorte y rebote en la mano del voluntario. Explique que podemos imaginar que el resorte representa las moléculas de aire (o, para ser más exactos, la presión del aire). Las ondas de sonido viajan a través del aire al igual que la onda del resorte viaja por el resorte, pero las ondas de sonido viajan mucho más rápido- aproximadamente a 1/3 km/seg.
4. Entregue un lápiz y una hoja de trabajo a cada estudiante. Pídale a los estudiantes que se fijen en la forma de la onda en el resorte, a medida que usted produce una onda estacionaria en él, con una longitud de onda igual al largo del mismo. [Una sola longitud de onda parecerá tener dos crestas, moviéndose hacia arriba y hacia abajo de forma alterna. No confunda esto con una cresta simple moviéndose hacia arriba y hacia abajo, como una cuerda de saltar, la cual es solo 1/2 de longitud de onda]. Pídales que dibujen la forma de la onda en la parte superior del papel. Explique que el largo de la onda se llama su "longitud de onda". Dígale a los estudiantes que escriban la longitud de onda (en "pasos") en los espacios apropiados al lado de sus dibujos.

5. Pídale a sus estudiantes que cuenten cuántas veces se mueve su mano hacia arriba y hacia abajo en diez segundos, a medida que usted continúa haciendo la onda estacionaria. Pídales que escriban el número, al lado del dibujo de la onda. Pregunte, "¿Cuántas veces vibró mi mano cada segundo?" (Divida por diez el número de vibraciones que contó en 10 segundos). Explique que para cualquier onda, el número de vibraciones por segundo se llama la "frecuencia" de la onda. La unidad de frecuencia es "ciclos/seg", también conocida como "hertz". Pídale a los estudiantes

© 1992 por The Regents of the University of California

que anoten la frecuencia de la onda al lado de sus dibujos.

6. Ahora cree una onda estacionaria que tenga dos longitudes de onda completas en el resorte (dos pares de crestas moviéndose hacia arriba y hacia abajo de forma alterna). Pídale a los estudiantes que dibujen esta onda y tomen el tiempo como la vez anterior, contando cuántas veces se mueve su mano hacia arriba y hacia abajo en 10 segundos. Dígales que escriban la frecuencia en los espacios apropiados.
7. Si usted puede mover la mano lo suficientemente rápido, haga una onda estacionaria con tres longitudes de onda completas en el resorte y pídales que hallen su frecuencia, como lo hicieron anteriormente. Pueden dibujar esta onda y anotar su longitud y frecuencia en la hoja de trabajo.



8. Pregunte, "¿Cuál es la relación entre la frecuencia de una onda y su longitud?" (Frecuencias más altas corresponden a longitudes de onda más cortas).

PARTE B– EFECTO DOPPLER CON ONDAS DE SONIDO

1. Pregúntele a sus estudiantes, "¿Cuál es la diferencia entre una onda de sonido de frecuencia alta y una onda de sonido de frecuencia baja?" (Esto es difícil de responder con palabras. Es mucho más fácil de demostrar cantando una nota alta y una baja). Para ilustrar la diferencia pídales a los estudiantes que canten el sonido más alto que puedan hacer. Después, pídales que canten el sonido más bajo que puedan hacer.
2. Dígale a sus estudiantes que hará que un generador de sonido con frecuencia constante se acerque y se aleje de ellos. Instrúyalos a escuchar cuidadosamente al sonido para determinar si la fecuencia parece cambiar. Específicamente, "¿Cómo cambia la frecuencia del sonido cuando la fuente de sonido se mueve hacia ti?" "¿Cómo cambia cuando la fuente de sonido se aleja de ti?"
3. Pídale al grupo que se mueva hacia la pared del salón de clase, mientras usted se queda en el centro. Sostenga el generador de sonido y explique lo que es. Inserte su mano en el lazo y asegúrese que esta ajustado a la muñeca. Prenda el generador de sonido. Haga que sus estudiantes escuchen cuidadosamente el tono normal del sonido. Ahora, ponga a girar el generador en un círculo. Es mejor hacerlo girar en un círculo vertical, paralelo a las paredes, ya que si el aparato se suelta accidentalmente nadie sale lastimado. Permita que la clase escuche varias revoluciones. Pregunte, "¿Escuchas algún cambio en el tono?" "¿Cómo cambia la frecuencia del sonido cuando la fuente se mueve hacia ti?" (La frecuencia aumenta). "¿Cómo cambia cuando la fuente de sonido se aleja de ti?" (La frecuencia disminuye).

   Escriba en la pizarra, "Fuente del sonido acercándose-frecuencia más alta" y "Fuente del sonido alejándose - frecuencia más baja".

© 1992 por The Regents of the University of California

4. Pregunte, "¿Has escuchado este efecto antes?" (En carros, trenes, aviones, etc.)

PARTE C – EFECTO DOPPLER CON ONDAS DE LUZ

1. Pregunte a sus estudiantes, "¿En qué se distinguen las ondas de luz de las ondas de sonido?" (Están hechas de diferentes "cosas". Las ondas de luz son vibraciones de un campo electromagnético, en vez de vibraciones de aire. Se mueven más rápido que el sonido: 300,000 km/seg; el sonido viaja en el aire a 1/3 km/seg). Explique que las ondas de luz pueden mostrar efecto Doppler, similar al efecto Doppler acústico que escucharon en la Parte B.
2. Pídale a sus estudiantes que recuerden el orden de los colores del espectro visible que aprendieron en las actividades previas sobre los espectros de luz (rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, índigo y violeta). [Mejor aún, saque nuevamente las fuentes de luz y las rejillas de difracción para que los estudiantes vean el espectro]. Explique que el violeta tiene la mayor frecuencia de todos los colores de la luz visible. Pregunte, "Si el violeta tiene la mayor frecuencia, ¿qué extremo del especto tiene la frecuencia más baja?" (Rojo).
3. Pídale a sus estudiantes que miren o recuerden los espectros que observaron para ciertos elementos. Dibuje el espectro de hidrógeno en la pizarra. Explique que el hidrógeno es el elemento más común en el Universo. La mayoría de las estrellas tiene hidrógeno. Si observamos el espectro de una estrella, casi siempre vemos líneas rojas, turquesas y violetas asociadas con hidrógeno, junto con otras líneas de otros elementos. Cada línea de color corresponde a cierta frecuencia de luz.
4. Considere la línea más brillante en el espectro de hidrógeno. Si una estrella se mueve hacia usted, cada línea del espectro se moverá hacia el extremo rojo o violeta del espectro, debido al efecto Doppler. Pregunte, "Si una estrella se mueve hacia nosotros, ¿se desplazarán sus líneas espectrales hacia el extremo rojo o hacia el extremo violeta del espectro?" (El extremo violeta). Si es necesario, pídales que recuerden el efecto Doppler acústico, en que la frecuencia aumentaba cuando la fuente del sonido se acercaba a ellos. Usted escribió los resultados en la pizarra al final de la Parte B). Pregunte, "Si una estrella se aleja de nosotros, ¿se desplazarán sus líneas espectrales hacia el extremo rojo o el violeta?" (El extremo rojo).
5. Entregue una copia de la hoja de trabajo "Espectros de galaxias rápidas" a cada estudiante. Explique que las hojas de trabajo muestran las líneas del hidrógeno para varias galaxias. La línea más oscura en el espectro representa el violeta. Las escalas en la parte superior e inferior de la hoja relacionan los desplazamientos Doppler de los espectros con las velocidades de las galaxias. Pregunte, "Si una velocidad positiva significa que la galaxia se aleja de nosotros, ¿qué significaría si una galaxia tiene una velocidad negativa? (La galaxia se estaría acercando a nosotros). "Si el espectro de una galaxia se desplaza hacia el extremo rojo del espectro, ¿la galaxia se aleja o se acerca de nosotros?" (Se aleja).
6. Rete a los estudiantes a descifrar cuán rápido se mueve cada galaxia. Haga que escriban la velocidad en el espacio al lado de cada galaxia. Recuérdeles que una velocidad positiva significa que la galaxia se aleja.

PARTE D – LEY DE HUBBLE

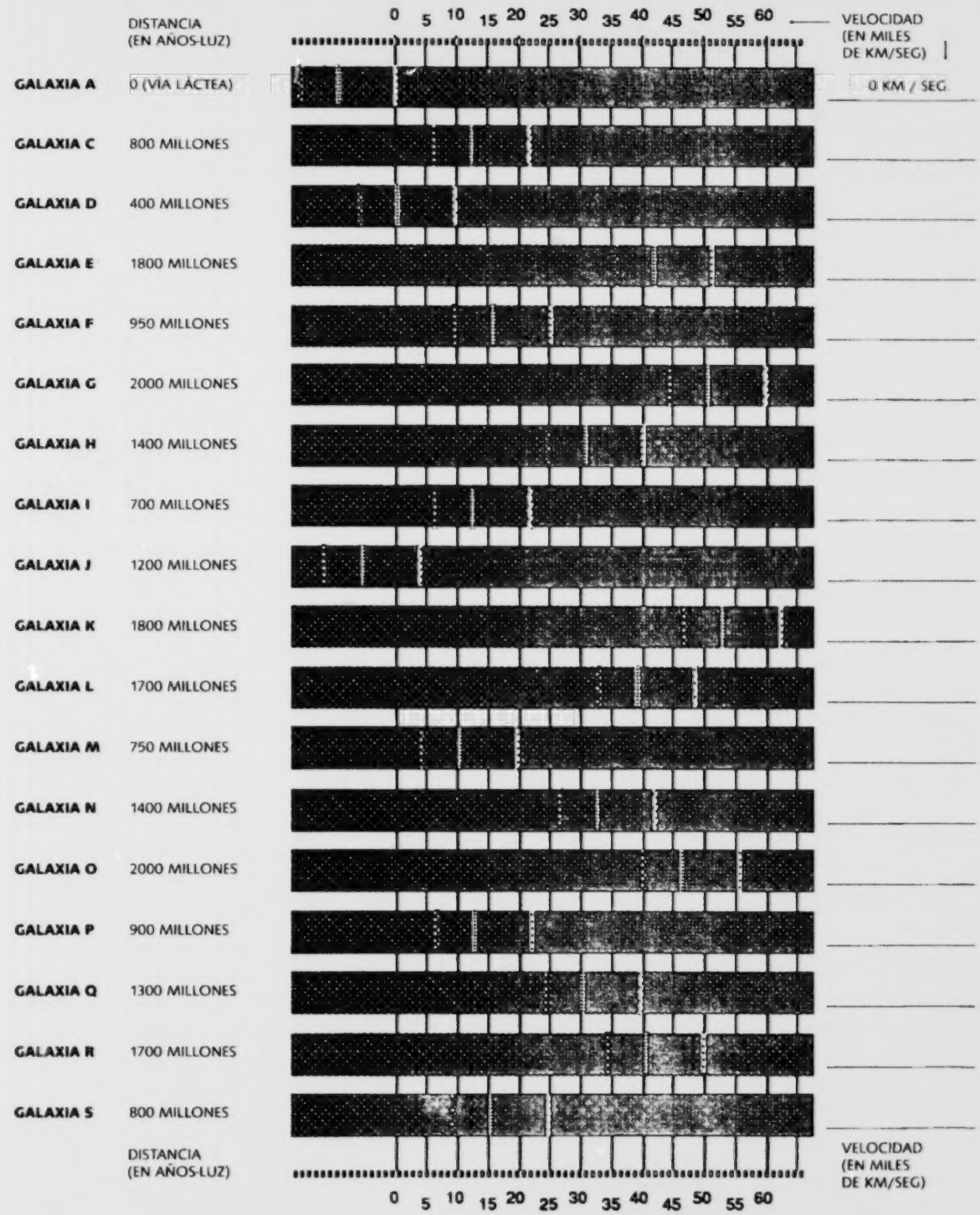
1. Entregue una copia de la hoja de trabajo "Ley de Hubble" a cada estudiante. Pídales que hagan una gráfica de la distancia y velocidad de cada galaxia, como se determinó en la hoja de trabajo "Espectros de galaxias rápidas".
2. "¿Cómo puedes explicar en palabras lo que te dice la gráfica?" Pídale a los estudiantes que escriban lo que descubrieron. (Mientras más lejos esté la galaxia, más rápido se aleja de nosotros).

© 1992 por The Regents of the University of California

3. Las distancias de las galaxias en la hoja de trabajo se derivaron de los métodos descritos en el programa de un planetario. El hecho de que mientras más lejos se encuentra un galaxia, más rápido se aleja de nosotros se llama la Ley de Hubble, porque fue descubierto por el astrónomo Edwin Hubble.
4. "¿Qué implica la Ley de Hubble sobre el comportamiento del Universo?" (La Ley de Hubble tiene sentido sólo si todo el Universo se está expandiendo).
5. Los astrónomos estiman las distancias de la mayoría de las galaxias remotas asumiendo que la Ley de Hubble se aplica a todas: miden los corrimientos al rojo, encuentran las velocidades y con las velocidades calculan las distancias, usando la Ley de Hubble. ¿Cuán distante está una galaxia que se aleja de nosotros a 120,000 km/seg? (Aproximadamente 4 billones de años luz).

© 1992 por The Regents of the University of California

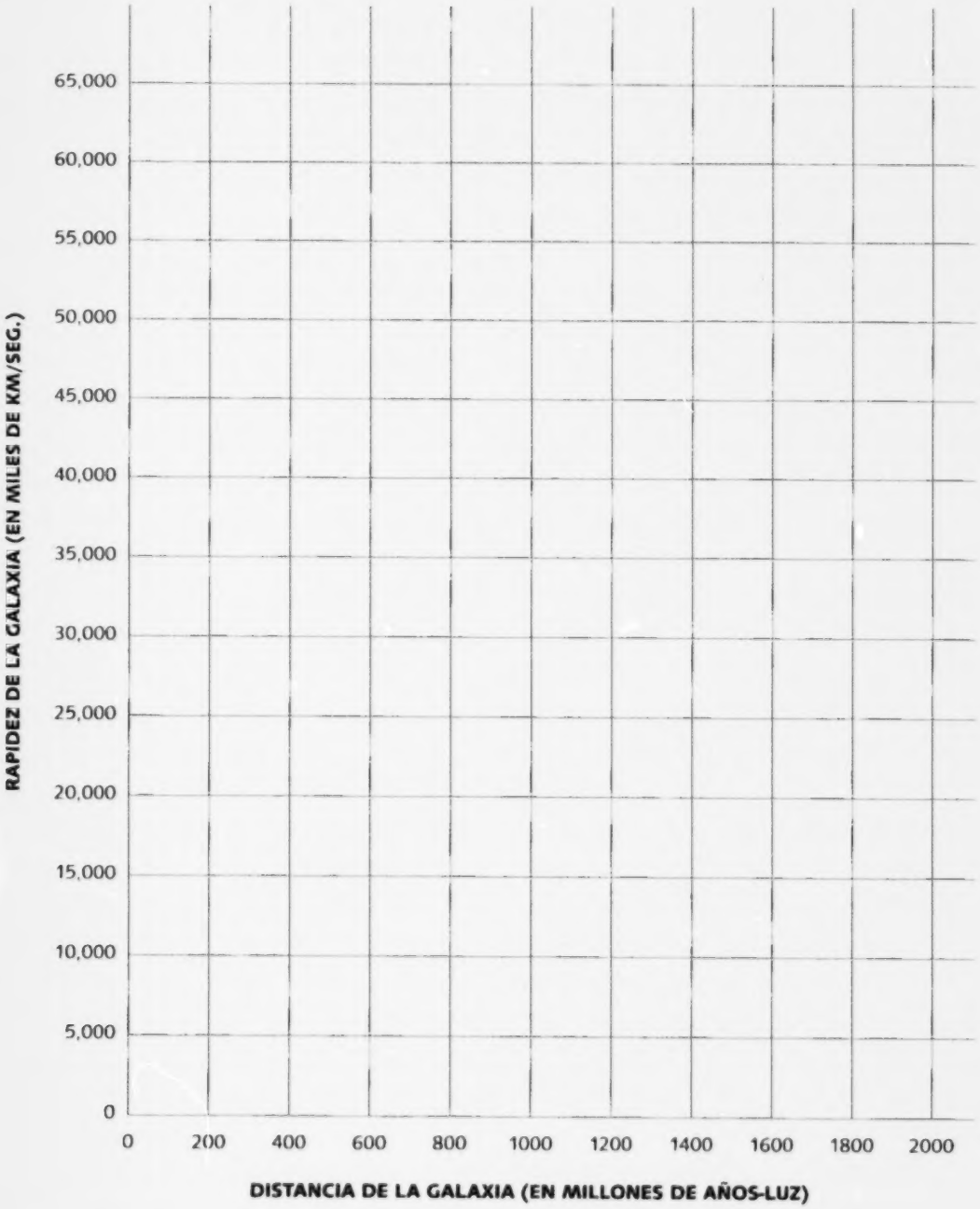
ESPECTROS DE GALAXIAS RÁPIDAS



© *1992 por The Regents of the University of California*

8.3, El Universo en expansión

Ley de Hubble



© 1992 por The Regents of the University of California

Visualizando la expansión del espacio

Actividad 8.4

Edades: 13-14+

Fuente: "Visualizando la expansión del espacio" por David Chandler. Las transparencias maestras fueron producidas con el IBM-PC Program, Deep Space 3-D por David Chandler. El programa está disponible en disco y CD-ROM a través de David Chandler Co., P.O. Box 309, La Verne, CA 91750. Una versión de demostración del programa está disponible al precio de USD $5.00.

¿De qué trata esta actividad?

Este ejercicio usa transparencias para ilustrar cómo el Universo parece estar expandiéndose, con cada cúmulo de galaxias alejándose de todos los demás cúmulos. Uno de los puntos fuertes de la actividad es la demostración de que no existe ningún centro especial para la expansión. Con algo de matemáticas, los estudiantes pueden deducir de sus datos una relación similar a la Ley de Hubble. La actividad emula muy bien el proceso científico, motivando la colaboración y discusión en grupo.

¿Qué harán los estudiantes?

Los estudiantes usarán un conjunto especial de transparencias con puntos que representan cúmulos de galaxias en dos etapas diferentes de la historia del Universo. Al alinear la transparencia y la página subyacente, los estudiantes observarán y medirán cómo se alejan los cúmulos de lugares particulares. Los estudiantes harán una gráfica con sus datos, calcularán la pendiente, y relacionarán esta con la edad del Universo.

Consejos y sugerencias

- Introduzca esta actividad con una discusión o exploración sobre el efecto Doppler y los espectros de la luz.
- Para demostrar esta actividad con la clase completa, haga una transparencia para cada mapa del Universo y muéstrelas ambas en el proyector vertical.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Ley de Hubble	Observar	Pautas de cambio
Expansión del universo	Hacer gráficas	Simulaciones
	Calcular	

Visualizando la expansión del espacio

por David Chandler

El objetivo de este ejercicio es investigar la naturaleza de la expansión del espacio y medir la edad de un modelo de Universo. Usando patrones aleatorios de puntos para simular grupos de galaxias, los estudiantes observan y miden grupos "que se alejan" de un lugar en particular, con el fin de investigar la edad del Universo.

MATERIALES

1. Hoja de papel con puntos aleatorios para cada estudiante o grupo.
2. Una transparencia con el mismo patrón de puntos un poco expandidos para cada estudiante o grupo.
3. Una regla graduada para cada estudiante o grupo.

NOTA:

Si se colocan ambos patrones en transparencias, el ejercicio se puede hacer como una demostración en un proyector vertical.

INTRODUCCIÓN

A comienzos del siglo XX, Edwin Hubble descubrió que el Universo se está expandiendo. Las galaxias se están alejando de nosotros y cuantos más lejos están, más rápido se mueven. De hecho, si se compara la velocidad de una galaxia con la de otra situada el doble de lejos, la que está más lejos se estará moviendo el doble de rápido. En otras palabras, la rapidez es proporcional a la distancia. A este efecto se le conoce como la Ley de Hubble. El carácter proporcional de la expansión tiene consecuencias interesantes:

1. Parece como si estuviéramos en el centro de la expansión porque las galaxias se alejan de nosotros simétricamente en todas direcciones. Sin embargo, los observadores en otras galaxias lejanas observarán la misma expansión simétrica y percibirán que están en el centro de la expansión. Esta percepción de estar en el centro es una ilusión, pues no hay un centro de la expansión. Todo se aleja de todo lo demás.
2. Si seguimos la expansión hacia atrás en el tiempo, toda la materia en el Universo llegará al mismo punto en un instante del pasado. La materia que viene desde una distancia el doble de lejos, se mueve el doble de rápido; la materia que viene desde una distancia 10 veces más lejos, se mueve 10 veces más rápido; así que todo llega a la vez. Esto sugiere que el Universo adquirió su estado presente a través de la expansión de una bola pequeña, caliente y densa: esta idea se conoce con el nombre de Big Bang.

Midiendo la rapidez de la expansión se puede calcular la edad del Universo. Una suposición incorporada en este método es que la velocidad de la expansión se ha mantenido constante a través del tiempo. La velocidad de la expansión se llama la Constante de Hubble y la edad del Universo que se calcula de esta forma se llama "edad de Hubble", generalmente estimada entre 10 y 20 mil millones de años.

LA ACTIVIDAD

Dele a los estudiantes la hoja de la siguiente página o úsela como guía si hace una exposición colectiva en el aula.

© 1994 David Chandler

ASTRÓNOMO: _____ FECHA: _____

VISUALIZANDO LA EXPANSIÓN DEL ESPACIO: UNA SIMULACIÓN

MATERIALES

- 1 hoja de papel con puntos aleatorios
- 1 transparencia con el mismo patrón de puntos aleatorios (un poco expandidos)
- Una regla graduada en centímetros

La hoja representa el Universo un billón de años atrás. La transparencia representa el Universo actual. Cada punto representa un grupo de galaxias. Los datos obtenidos del estudio del movimiento de las galaxias muestran que el Universo se expande aproximadamente a la velocidad indicada por estos dos patrones de puntos.

1. Inspecciona cada hoja individualmente. ¿Notas algún "centro" en el patrón de puntos?

2. Coloca la transparencia sobre la hoja de papel, teniendo cuidado de no rotar una con respecto a la otra. Nota que aparece un centro muy definido. Mide el lugar del centro en centímetros.

   Distancia (en cm) desde el borde izquierdo del papel: _____

   Distancia (en cm) desde el borde superior del papel: _____

3. Mueve la transparencia sin rotarla. ¿Qué le pasa al centro? Muévela de nuevo en una dirección diferente. ¿Qué le pasa al centro?

4. Escoge un punto. ¿Puedes descubrir cómo mover la transparencia para que cualquier punto que escojas sea el centro? Cuando estés listo, pídele a otro estudiante que escoja un punto. Mueve la transparencia para que ese punto sea el centro. Describe tu método en palabras.

5. Cada punto representa una galaxia. Los puntos en el papel representan el Universo un billón de años atrás. Los puntos en la transparencia representan el Universo actual. Selecciona un punto para que sea tu hogar. Alínea la transparencia, procurando que no gire. La separación entre un punto en el papel y el punto correspondiente en la transparencia representa la rapidez de la galaxia: cuán lejos se ha movido la galaxia en mil millones de años.

© 1994 David Chandler

a) ¿En qué dirección se mueven las galaxias?

b) ¿Están todas las galaxias moviéndose a la vez?

c) ¿Qué patrón ves en la rapidez y dirección de movimiento de las galaxias?

6. ¿Durante cuánto tiempo se ha estado expandiendo el Universo? Si sabes la distancia recorrida por una galaxia en un billón de años y la distancia total que ha viajado una galaxia, puedes medir el tiempo total con las distancias de un billón de años para ver cuántos billones de años han transcurrido. Esto es equivalente a dividir la distancia total por la distancia de un billón de años.
   Escoge cinco galaxias a distancias diferentes del centro. Para cada galaxia: 1) mide la distancia total que se ha separado del centro de su expansión 2) mide la distancia que se ha movido en mil billón de años (la distancia entre los dos puntos que representan la misma galaxia) y 3) divide. La razón te da la edad del Universo en billones de años. Promedia tus resultados para obtener un mejor estimado.

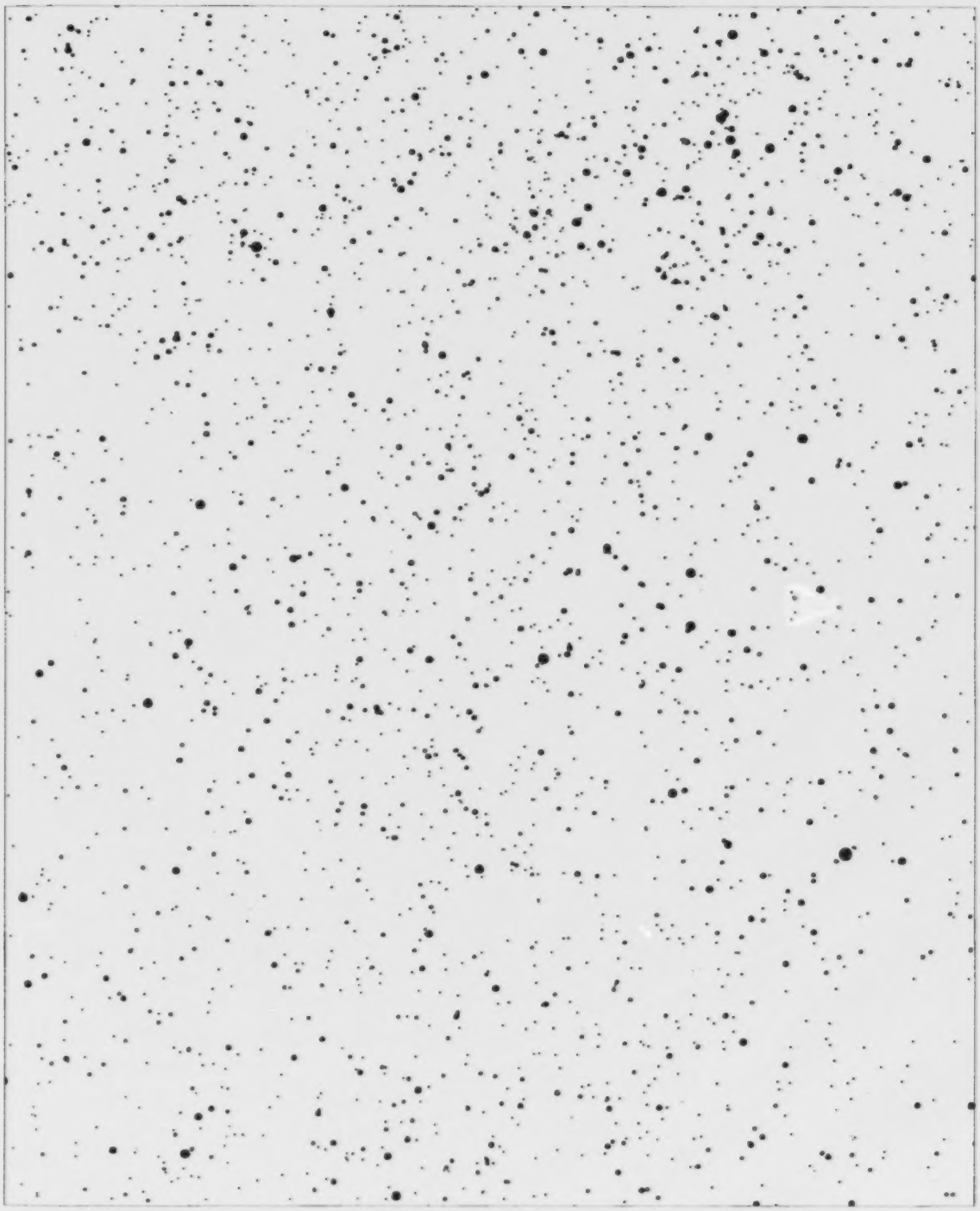
	DISTANCIA TOTAL		DISTANCIA EN BILLONES DE AÑOS		EDAD DEL UNIVERSO
1.	_____	/	_____	=	_____
2.	_____	/	_____	=	_____
3.	_____	/	_____	=	_____
4.	_____	/	_____	=	_____
5.	_____	/	_____	=	_____

Edad promedio del Universo: _____

7. ¿Cómo se compara la edad calculada del Universo con la edad que hallaron otros estudiantes que usaron distintos puntos como centro? ¿A qué adjudicas las diferencias en tus respuestas? ¿Crees que los astrónomos situados en otras galaxias estarían de acuerdo con los astrónomos de la Tierra respecto a la edad del Universo?

© 1994 David Chandler

El Universo hoy



© 1994 David Chandler

8.4, Visualizando la expansión del espacio

El Universo un billón de años atrás

© 1994 David Chandler

Clasificando galaxias

Actividad 8.5

Edades: 12-17

Fuente: Esta actividad fue escrita especialmente para el Proyecto ASTRO por Sally Stephens, astrónoma y escritora independiente. © 1999 por Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific, 390 Ashton Ave., San Francisco, CA 94112, U.S.A. Todos los derechos reservados. Para obtener permisos de reimpresión, contacte al Project ASTRO: astro@aspsky.org. Agradecemos la ayuda de William Keel, de la University of Alabama, y David Malin, del Anglo Australian Observatory, en la obtención de las imágenes que van con esta actividad.

¿De qué trata esta actividad?
Cuando observamos las galaxias con telescopios modernos, estas muestran una amplia variedad de formas y colores. Una parte clave en nuestra concepción de estos objetos ha sido su clasificación en categorías basadas en la forma. En esta actividad, los estudiantes clasificarán imágenes de galaxias y decidirán que criterios de clasificación son más útiles.

¿Qué harán los estudiantes?
Después de una introducción general a las galaxias los estudiantes se divirán en grupos. A cada grupo se le darán 20 imágenes para clasificarlas en categorías basadas en sus propias ideas. Los grupos compararán notas sobre sus criterios de clasificación y aprenderán sobre las implicaciones de las diferentes características visuales de las galaxias.

Consejos y sugerencias

- Vale la pena fotocopiar las imágenes de las galaxias en una máquina de la más alta calidad posible. Una vez que tenga buenas copias, tal vez desee laminarlas o al menos ponerlas en protectores plásticos, para que sobrevivan largo tiempo.
- Para ayudar a los estudiantes a imaginarse una galaxia elíptica o espiral desde diferentes puntos de vista, es posible usar modelos. Los estudiantes pueden hacer una galaxia modelo de plastilina o papel maché para estudiar cómo se vería desde el frente, de lado o desde arriba.
- Aunque las 20 imágenes escogidas para esta actividad muestran una variedad de galaxias, la lista en sí misma no tiene nada de especial. Si usted quiere, puede usar imágenes de galaxias provenientes de otras fuentes, como el Space Telescope Science Institute (especialmente si son a color).

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Conceptos	Observar	Escala y estructura
Galaxias	Organizar	Diversidad y unidad
Clasificación de galaxias	Razonar	Pautas de cambio
Evolución de galaxias	Inferir	
	Explicar	

Clasificando galaxias

por Sally Stephens

Sally Stephens es una astrónoma y periodista que se especializa en explicar ideas astronómicas en lenguaje no técnico. Obtuvo su PhD en astronomía de la University of California, Santa Cruz, y sirvió como editora de la revista Mercury, publicada por la Astronomical Society of the Pacific.

INTRODUCCIÓN

Generalmente, lo primero que los científicos hacen cuando se enfrentan a un objeto nuevo, es describir su apariencia. Después, identifican características similares o diferentes entre el objeto y otros miembros de su clase. Finalmente, tratan de entender la causas de estas similitudes y diferencias.

Esta actividad motiva a los estudiantes a observar la topografía de las galaxias y a describir similaridades y diferencias entre ellas. Usando estas observaciones, clasificarán las galaxias en categorías diferentes. En la década de los veintes, el astrónomo Edwin Hubble, haciendo esencialmente lo mismo, ideó un sistema para clasificar galaxias basado en su forma, que ha demostrado ser extremadamente útil en ayudarnos a entenderlas. Su sistema todavía está en uso, aunque está siendo modificado por nuevos descubrimientos que indican que las formas de las galaxias dependen del medio en que nacen o de cómo evolucionan.

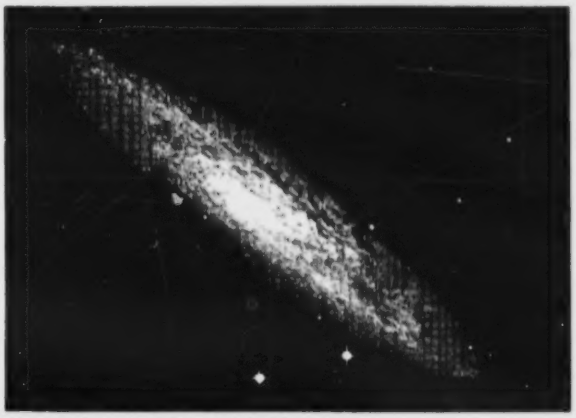
OBJETIVOS

Los estudiantes:

- compararán diferentes galaxias, examinando las características visibles en las fotografías
- dividirán las fotografías en grupos, usando el esquema de clasificación que prefieran
- discutirán sobre las implicaciones de su sistema de clasificación en su entendimiento de las galaxias

MATERIALES

- Imágenes de galaxias (una serie de 20 para cada grupo de cuatro a seis estudiantes)
- Papel y bolígrafos para escribir las categorías y las ideas



NGC 253 (AURA/NOAO/NSF)

Se incluye una serie de imágenes, para que las copie y distribuya a los estudiantes.

PROCEDIMIENTO

Preparación por adelantado:

Haga suficientes copias de las fotografías para que la clase trabaje en grupos de cuatro a seis estudiantes. Alternativamente, reserve su laboratorio de computadores, para que los estudiantes puedan ver o imprimir las imágenes de la red cuando las necesiten.

1. Discuta brevemente con los estudiantes qué es una galaxia y mencione que es un grupo de billones de estrellas que se mantienen juntas gracias a su atracción mutua. Nuestro Sol es uno de los cientos de billones de estrellas que forman la galaxia Vía Láctea. Señale que otras galaxias están muy lejos de nosotros. Por su tamaño y distancia, no podemos ver ninguna galaxia desde más de un ángulo. Usted no se puede mover alrededor de una galaxia y observar

© 1999 por Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

cómo cambia su apariencia cuando se ve desde la parte de atrás o de lado, como lo hace cuando recoge y examina un objeto desconocido que encuentra en la acera.

Discuta que la mayoría de las galaxias no son esferas (como lo son las estrellas). La apariencia de una galaxia varía dependiendo del ángulo desde el que se la ve; por ejemplo, si mira de lado una galaxia espiral, esta se verá como un disco, pero si la mira desde arriba parecerá un plato. (No discuta con los estudiantes las formas comunes de las galaxias, para que ellos las descubran por si mismos).

2. Distribuya una serie de las fotografías de galaxias a cada grupo de cuatro a seis estudiantes. Pídale a cada grupo que invente categorías para clasificar las fotografías. Señale que la mayoría de los puntos de luz en cada imagen son estrellas en nuestra propia Galaxia y deben ser ignorados. Los estudiantes deben concentrarse en las galaxias de las fotografías, no en cuántas estrellas hay en primer plano o cuán brillantes perecen ser esas estrellas.

   Nota al maestro: Si los estudiantes preguntan cuántas categorías deben tener, dígales que pueden tener tantas como deseen, basadas en las características que escojan para la clasificación. Algunos estudiantes querrán saber más sobre lo que se muestra en las fotografías. Trate de no decirles. Motívelos a discutir posibles ideas con su grupo o a escribir las preguntas para la discusión que vendrá más tarde. La idea es ayudar a los estudiantes a actuar como científicos. Cuando los astrónomos están inventando una nueva categoría de objetos celestes, no tienen una "autoridad superior" (tal como el maestro) para darles la respuesta correcta. Deben confiar en su propia intuición y en las discusiones con sus colegas para desarrollar los mejores modelos y teorías posibles.

3. Facilite la discusión de los estudiantes, moviéndose a través del salón. A medida que los grupos completan sus clasificaciones, discuta con ellos sus ideas sobre la clasificación. Motívelos a intentar esquemas diferentes de clasificación, o a incluir subcategorías.

   Nota al maestro: Algunas categorías posibles de clasificación están basadas en si las galaxias tienen brazos espirales o no, si los brazos parecen estar cerca el uno del otro o espaciados ligeramente, cuán prominente es el abultamiento central, si la galaxia se ve inclinada o no, cuán grandes o brillantes parecen ser las galaxias, cuánto polvo tienen, si tienen una forma clara o no, etc. Motive a los estudiantes a ser creativos en sus esquemas, igual que los científicos que tratan de considerar todas las posibilidades cuando estudian objetos nuevos.

4. Una vez que los estudiantes terminen, pídale a varios grupos que expliquen sus esquemas de clasificación al resto de la clase. Seleccione una variedad de esquemas para la presentación. Pídale a los estudiantes que discutan varios de los esquemas dentro de sus grupos, después que termine la presentación. ¿Hay algún grupo al que le gusta el esquema de otro más que el propio? Dele la oportunidad de volver a discutir y clasificar sus imágenes, si así lo desean. En esta actividad, los estudiantes creen que debe haber un esquema de clasificación "correcto", y que los científicos "conocen" ese esquema correcto. Esta es una oportunidad excelente para discutir cómo una colección de objetos se puede clasificar de muchas maneras diferentes, dependiendo de los rasgos escogidos para hacer las categorías.

5. Después que los estudiantes hagan sus presentaciones, usted puede discutir la clasificación que usan los astrónomos, señalando las características que los estudiantes no hayan considerado. Por ejemplo, cuán brillante es el abultamiento central de estrellas en una galaxia en relación a cuán brillante aparentan ser sus brazos. Los estudiantes descubrirán que las galaxias con las que tuvieron más problemas también han confundido a los

© 1999 por Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

astrónomos. Hoy pensamos que estas galaxias difíciles de clasificar son raras porque son el resultado de fusiones, choques y otras interacciones entre galaxias, algo que los primeros astrónomos no consideraron como un factor importante en su apariencia. Los estudiantes deben saber que los criterios que usan los astrónomos para clasificar las galaxias han cambiado a través del tiempo, ya que hemos aprendido más sobre las galaxias y nos hemos percatado de que algunas características son más (o, a veces, menos) importantes de lo que habíamos pensando anteriormente.

Nota al maestro: Este es otro buen momento para señalar que no hay una manera "correcta" de clasificar galaxias. Algunos criterios pueden ser más útiles que otros para explicar las diferencias y similitudes entre las galaxias. Pero es casi imposible saber cuáles criterios serán útiles y cuáles no. Sólo el tiempo y más investigación sobre las características e historia de las galaxias (investigación que va más allá que su mera apariencia en una fotografía) pueden responder esta pregunta.

6. Pídale a los estudiantes que piensen en explicaciones de las diferencias entre los tipos de galaxias. Tal vez desee señalar, mientras observan las diferencias, que las galaxias en nuestra muestra están muy lejos de nosotros y esto puede influenciar cómo las vemos. Por ejemplo, tal vez no podamos ver los débiles brazos espirales de una galaxia muy lejana. Además, las galaxias pueden estar inclinadas en diferentes ángulos con respecto a nuestra línea de visión y, por lo tanto, pueden parecer diferentes. Esto es más obvio cuando se comparan galaxias del mismo tipo vistas de frente y de lado.

   Después que los estudiantes tengan sus propias ideas sobre las causas de la apariencia de las galaxias, pregúnteles lo siguiente: ¿Cómo depende el tipo de galaxia de las condiciones de su nacimiento (cúanto material había, cuán rápido giraba la nube primordial que la creó, etc.)? ¿Es posible que algo le haya pasado a la galaxia durante su vida, que haya alterado su apariencia (por ejemplo, una interacción con una galaxia vecina o con un gas caliente en movimiento)? Los astrónomos creen que ambos, el origen y el desarrollo de las galaxias, juegan papeles importantes en su apariencia. Discuta lo que los astrónomos saben sobre las relaciones entre los diferentes tipos de galaxias y cómo las galaxias mismas cambian de apariencia con el tiempo.

ACTIVIDADES DE SEGUIMIENTO

1. Discuta en la clase el esquema de clasificación de galaxias de Hubble (vea la hoja de información de fondo). Este describe galaxias espirales, espirales con barra, elípticas e irregulares. ¿Algún grupo dio con tal esquema? ¿Qué piensan los estudiantes sobre el esquema de Hubble?
2. Pídale a los estudiantes que clasifiquen las galaxias con las que han estado trabajando según el esquema de Hubble. ¿Qué tan fácil es usarlo?
3. Si hay tiempo y acceso a otras imágenes de galaxias, pídale a los estudiantes que clasifiquen las nuevas galaxias de acuerdo a su propio esquema y al esquema de Hubble.

© 1999 por Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

DÓNDE HALLAR IMÁGENES DE GALAXIAS EN LA RED DE INTERNET

Hubble Space Telescope
[oposite.stsci.edu/pubinfo/pictures.html]

En esta página se pueden encontrar todas las magníficas imágenes del Hubble (algunas con información detallada). Puede ver las imágenes más recientes, las que el personal considera los "grandes éxitos" del Hubble, o buscar los objetos que más le interesen.

National Optical Astronomy Observatories Image Gallery [www.noao.edu/image_gallery]

La NOAO incluye un número de telescopios importantes en los Estados Unidos y el hemisferio sur; algunas de las mejores imágenes de sus instrumentos se encuentran en esta página.

European Southern Observatory
[www.eso.org/outreach/gallery]

Este álbum contiene imágenes de telescopios grandes en el hemisferio sur, administrados por un consorcio de países europeos. Con el advenimiento del Very Large Telescope ("Telescopio Muy Grande," que será el más grande del mundo), aumentará el número de nuevas imágenes en esta página.

Anglo-Australian Observatory Image Collection
[www.aao.gov.au/images.html]

Una maravillosa biblioteca de imágenes (con muchas galaxias en colores) tomadas usando grandes telescopios australianos. Muchas han sido tomadas por David Malin, quien es reconocido como uno de los mejores fotógrafos astronómicos de nuestro tiempo. No son gratis, pero la página incluye textos e información sobre cómo obtenerlas.

William Keel's Collection en la University of Alabama
[crux.astr.ua.edu/choosepic.html]

El Dr. Keel ha tomado y recolectado un buen número de imágenes de galaxias normales y excepcionales en este sitio de la red. También hay una excelente introducción a las galaxias bajo "Instructional Materials".

Students for the Exploration and Development of Space: Messier Catalog Page
[www.seds.org/messier]

Un grupo de aficionados al espacio mantienen esta colección de imágenes de objetos del catálogo Messier.

© 1999 por Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

Información general sobre la clasificación de las galaxias

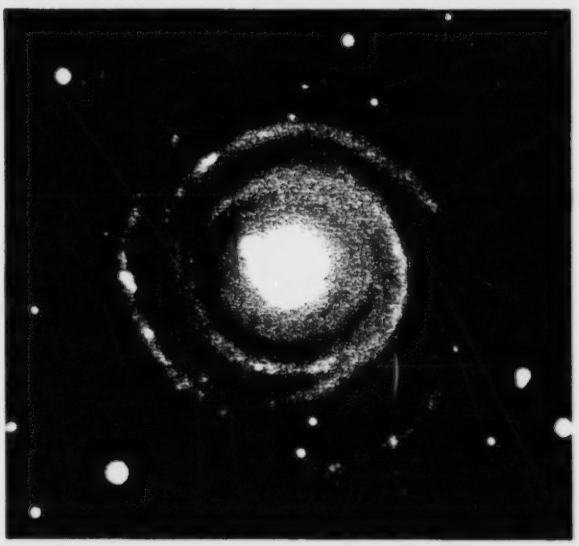
por Sally Stephens

En 1924, el astrónomo Edwin Hubble mostró que las galaxias son "universos isla" muy lejanos: cada una es una colección de millones o billones de estrellas que se mantienen unidas gracias a la gravedad. En el transcurso de varios años Hubble creó un sistema para clasificarlas. Este sistema todavía se usa, aunque con algunas modificaciones y extensiones.

El sistema de Hubble divide las galaxias en tres categorías básicas: 1) galaxias elípticas, colecciones de estrellas de forma elipsoidal (como un balón de fútbol americano), sin características espirales; 2) galaxias espirales, con brazos de estrellas que se mueven con respecto al centro; y 3) galaxias irregulares, una categoría para las galaxias que no son ni elípticas ni espirales.

Las galaxias elípticas, denotadas por la letra E, están subdivididas dependiendo de cuán redondas se vean. Se añade un número del 0 al 7, con las galaxias completamente redondas denotadas por el 0 y los sistemas aplanados (los que se ven como balones de fútbol americano) denotados por el 7. Una galaxia E5, por ejemplo, es poco esférica, y tiene el doble de largo que de ancho.

Las galaxias espirales están divididas en dos tipos principales: espirales regulares (que se denotan con la letra S), en las cuales los brazos espirales salen del centro de la galaxia, y las espirales con barra (denotadas SB), en las cuales los brazos salen de las puntas de una "barra" de estrellas que pasa a través del centro. Aproximadamente dos tercios de todas las galaxias espirales tienen algún tipo de barra. De hecho, recientemente los astrónomos han observado evidencia de un barra en el centro de nuestra propia



GALAXIA ESPIRAL NGC 4622 (AURA/NOAO/NSF)

Galaxia, lo cual implica que la Vía Láctea es una espiral con barra. Tanto las regulares como las espirales con barra tienen un abultamiento de estrellas en su centro, que está rodeado por un disco delgado de estrellas que rotan y que contiene los brazos espirales. Los brazos espirales nos indican cómo rota el disco, de manera similar a las huellas que deja un corredor, o al agua que arroja el surtidor de césped giratorio.

Tanto las espirales con barra como las regulares están subdivididas de acuerdo a cuán prominente se ve el abultamiento y los brazos espirales. En las galaxias Sa, los brazos espirales están muy juntos y el abultamiento central es brillante, mientras que en las galaxias Sc los brazos están más separados y el abultamiento central es menos prominente. Las

© 1999 por Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

galaxias Sb son intermedias entre los dos grupos. Criterios similares se aplican a las espirales con barra, las cuales se denotan SBa, SBb y SBc. Las galaxias irregulares no tienen subdivisiones.

Adicionalmente, hay una clase que Hubble llamó galaxias S0 (S cero), las cuales tienen características de elípticas y espirales, mostrando un abultamiento central y un disco, pero sin líneas obvias de polvo o estructura espiral.

Independientemente del tipo, las galaxias vienen en diferentes tamaños. Es imposible decir cuán grande es una galaxia basándose únicamente en su fotografía. Una galaxia grande muy lejana puede verse del mismo tamaño que una más pequeña que está más cerca. Necesitamos conocer la distancia para saber el tamaño verdadero de la galaxia. Nuestra propia Galaxia tiene aproximadamente 100,000 años-luz de diámetro; sin embargo, su disco es de sólo 1,000 años-luz de espesor. (Un año-luz es la distancia que viaja la luz en un año y corresponde a 9,000 billones de kilómetros).

La Vía Láctea es una galaxia espiral grande, pero hay galaxias que son diez veces más grandes y muchas que son miles de veces más pequeñas. Hoy en día los astrónomos creen que galaxias tenues y pequeñas, llamadas galaxias enanas, pueden ser las más abundantes en el Universo. Posiblemente hay tantas galaxias enanas que su masa combinada excede a la de todas las otras galaxias más grandes. Pero su tamaño pequeño y su débil brillo las hacen difíciles de detectar y sólo hemos podido descubrirlas cuando están relativamente cerca.

GALAXIA ELÍPTICA M84 (AURA/NOAO/NSF)

Hubble basó su esquema de clasificación únicamente en la apariencia de las galaxias. Su esquema se usa hoy porque los diferentes tipos de galaxias reflejan diferencias físicas significativas que no se conocían cuando Hubble creó la clasificación. Las galaxias elípticas contienen estrellas muy antiguas y muy poco gas y polvo entre las estrellas. Ya que las nuevas estrellas se forman de nubes de gas interestelar y polvo, las galaxias elípticas carecen de la materia prima para hacer nuevas estrellas. Por otro lado, las galaxias espirales tienen una mezcla de estrellas jóvenes y antiguas. El gas interestelar y el polvo llenan los discos de las galaxias espirales y la formación de nuevas estrellas continúa ocurriendo en sus discos. Las galaxias irregulares parecen ser caóticas y a menudo tienen muchas estrellas brillantes y jóvenes, el resultado de recientes episodios de formación de estrellas.

Por muchos años, las astrónomos pensaron que las diferencias entre los tipos de galaxias reflejaban las diferentes condiciones presentes cuando cada una se formó. Puesto de otra manera, esta visión sostenía que las galaxias se veían así porque "nacieron así". Desde este punto de vista, las estrellas en las galaxias elípticas se formaron rápidamente, usando todo el gas interestelar y el polvo, antes de que el material tuviera tiempo de asentarse en un disco. De otra manera, la formación de estrellas en las galaxias espirales ha tomado lugar lentamente a través del curso de la vida de la galaxia, continuando después que el gas interestelar y el polvo se habían asentado en un disco. Un problema de este "modelo" ha sido el tratar de explicar por qué la formación de estrellas ocurre rápidamente en las elípticas, pero mucho más lentamente en las espirales.

© 1999 por Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

Durante las pasadas décadas los astrónomos han aprendido que las galaxias pueden cambiar su apariencia con el tiempo, usualmente como resultado de interacciones, colisiones, o fusiones entre galaxias. Las interacciones entre las galaxias son comunes porque, relativamente hablando, las galaxias (especialmente aquellas en grupos densos) están más cerca unas de otras que las estrellas entre sí. La distancia entre la Vía Láctea y su vecina más cercana (la galaxia Andrómeda) es sólo 25 veces el diámetro de la Vía Láctea. (Y nuestra galaxia tiene varias galaxias vecinas que están significativamente más cerca que Andrómeda). En contraste, la distancia entre el Sol y su estrella vecina más cercana es aproximadamente 30 millones de veces el diámetro del Sol.

Las interacciones entre galaxias pueden hacer que una galaxia cambie de un tipo a otro. Por ejemplo, dos o más galaxias espirales pueden chocar y fusionarse, convirtiéndose en una galaxia elíptica gigante. A menudo las fusiones y colisiones estimulan intensos episodios de formación de estrellas en las galaxias afectadas. Hoy creemos que muchas galaxias irregulares son el resultado de interacciones o colisiones galácticas.

Aunque las colisiones alteran la apariencia total de las galaxias, raramente afectan las estrellas, cambiando únicamente sus órbitas galácticas. Existe tanto espacio vacío que las estrellas de dos galaxias que chocan pueden pasar entre sí, sin tocarse, como barcos en el oscuro océano en la noche. Las galaxias como un todo no pueden evitar chocar unas con otras, pero las estrellas individuales dentro de ellas raramente chocan.

Los astrónomos ahora saben que las interacciones y colisiones pueden jugar un papel en el aspecto de las galaxias, aunque todavía no saben exactamente cuán importante es ese papel. Ahora se piensa que tanto las condiciones iniciales como las interacciones entre galaxias se combinan para influenciar su apariencia.

A través de los años, los astrónomos han añadido varios refinamientos al esquema de clasificación de Hubble. Por ejemplo, una modificación considera si las brazos espirales salen desde un anillo de estrellas o no. Otra considera el brillo total de una galaxia espiral, y asigna una "clase de luminosidad" a cada espiral. Esos cambios han surgido a medida que los astrónomos han aprendido más sobre galaxias y sobre cuáles propiedades son más (o menos) importantes. No hay duda de que los astrónomos del futuro harán cambios adicionales al esquema de clasificación de Hubble.

LOS NOMBRES DE LAS GALAXIAS

Los astrónomos generalmente se refieren a las galaxias por sus nombres de catálogo, es decir, por el número que tienen en un catálogo específico. El buscador de cometas del siglo XVIII, Charles Messier, compiló una lista de objetos que se ven borrosos en el cielo oscuro, para no confundirlos con nuevos cometas (los cuales eran su interés real). Muchas de las galaxias más brillantes están incluidas en el catálogo de Messier, y están denotadas por la letra "M" seguida por el número en la lista, por ejemplo, M32.

Otra fuente importante de galaxias es el "New General Catalog" (Nuevo Catálogo General), una lista de objetos no estelares compilada inicialmente por J. L. E. Dreyer en 1888. La lista ha sido expandida desde entonces para incluir (en el catálogo y sus suplementos) cerca de 15,000 objetos. Los objetos en el catálogo se denotan por las iniciales del catálogo, "NGC", seguido por su número en el catálogo, por ejemplo NGC 4565. Los suplementos se llaman "Index Catalogs" (Catálogos Índice), y así, algunas galaxias tienen un número IC en vez de un número NGC. La misma galaxia puede estar en más de un catálogo: por ejemplo, los nombres M101 y NGC 5457 se refieren a la misma galaxia.

Las galaxias dentro del Grupo Local de varias docenas de galaxias (que incluye la Vía Láctea) a menudo se denotan por la constelación en la cual se encuentran en el cielo: por ejemplo, Leo I o Andrómeda II.

© 1999 por Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

Textos para las imágenes de galaxias

Nota: Estos textos son información para el maestro. Es mejor esperar a dar esta información hasta DESPUÉS que los estudiantes hayan tenido la oportunidad de desarrollar y criticar sus propios esquemas de clasificación.

1) M32 - Esta es una galaxia elíptica E2. Note que es un poco más plana o aplastada de lo que sería una galaxia E0 (compare con la imagen 11). La galaxia M32 es una galaxia compañera a la vecina más cercana a la Vía Láctea, la galaxia Andrómeda (también conocida como M31). A la galaxia M32 se le conoce como una galaxia elíptica enana por ser muy pequeña, sólo 2,400 años-luz de ancho (comparada con los 100,000 años-luz de diámetro de la Vía Láctea). Está a una distancia de 2.5 millones de años-luz en la dirección de la constelación Andrómeda. *Imagen cortesía de William C. Keel, University of Alabama, Tuscaloosa, U. S. A. y el Kitt Peak National Observatory (KPNO).*

2) M101 - Esta es una galaxia espiral Sc. Note lo poco unidos que parecen estar los brazos espirales, y lo débil que se ve el abultamiento central en relación al brillo de los brazos espirales. Ambas características son típicas de galaxias Sc. Compare los brazos espirales y el brillo del abultamiento central con las imágenes 3, 6, 10, y 18. La M101 tiene uno de los discos más grandes, con un diámetro de 170,000 años-luz. Está localizada a una distancia de aproximadamente de 22 millones años-luz, en la constelación de la Osa Mayor. *Imagen cortesía de William C. Keel y KPNO.*

3) M65 - Esta galaxia espiral Sa se ve desde un ángulo intermedio. Debido a la inclinación, el polvo en uno de sus brazos espirales (el más cercano a nosotros) bloquea la luz que está detrás. Esto nos puede ayudar a percibir cuán grueso es el disco de polvo en relación a su ancho (comparada con las galaxias espirales vistas de lado en las imágenes 9 y 12). Aunque la galaxia M65 se ve desde un ángulo, es claro que sus brazos espirales parecen estar bastate unidos, con poco espacio entre ellos. Además, su abultamiento central es muy brillante, especialmente cuando se compara con el brillo de los brazos espirales (compare el brillo de los brazos y el abultamiento central con aquellos en otras galaxias espirales en las imágenes 2, 6, 10 y 18). La galaxia M65 tiene casi la mitad del tamaño de la Vía Láctea, y está localizada a una distancia de 35 millones años-luz en la dirección de la constelación Leo. *Imagen cortesía de William C. Keel y el KPNO.*

4) M109 - Esta galaxia espiral SBc tiene una barra prominente que pasa a través de su centro. Además, un anillo de estrellas rodea el centro, y los brazos exteriores parecen dar vueltas hacia afuera de la punta de la barra y el anillo. El abultamiento central es brillante, pero bastante pequeño. Compare esta a las otras espirales con barras en las imágenes 14 y 20. Esta galaxia está localizada a una distancia de aproximadamente de 55 millones años-luz en la dirección de la constelación Osa Mayor. *Imagen cortesía de William C. Keel y el Lowell Observatory.*

5) M82 - Esta galaxia irregular de apariencia caótica se conoce como una galaxia de "explosión de estrellas" porque muestra evidencia de un intenso episodio reciente de formación de estrellas. Su interacción con otra galaxia (M81, imagen 10) causó la explosión. La galaxia M82 es en realidad una galaxia pequeña, aproximadamente 1/4 del tamaño de la Vía Láctea. Contiene aproximadamente 1/5 de la masa de su compañera con la que interactúa, la galaxia M81. Está localizada a una distancia de 12 millones años-luz en la dirección de la constelación Osa Mayor. *Imagen cortesía de William C. Keel.*

© 1999 por Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

6) M51 - También conocida como la "Galaxia Remolino", esta galaxia espiral Sc está interactuando con una galaxia irregular compañera mucho más pequeña. Note cómo sus brazos espirales (especialmente los exteriores) parecen deformados por los efectos gravitacionales de la compañera. En tres dimensiones, la compañera está localizada detrás del brazo que parece conectar las dos galaxias. Algunos carriles de polvo en el brazo espiral bloquean la luz de la compañera. El abultamiento central de la galaxia M51 es relativamente pequeño y no mucho más brillante que los brazos espirales (compare con otras galaxias espirales en las imágenes 2, 3, 10, y 18). La galaxia M51 es similar en tamaño a la Vía Láctea y está localizada aproximadamente a una distancia de 22 millones años-luz en la dirección de la constelación Cannes Venatici (los Perros de Caza). *Imagen cortesía de William C. Keel y el Lowell Observatory.*

7) La Gran Nube de Magallanes - Esta galaxia irregular es una de las compañeras más cercanas a la galaxia Vía Láctea, localizada a sólo 160,000 años-luz. Tiene un diámetro aproximado de 20,000 años-luz. Es parte del Grupo Local, una agrupación pequeña de varias docenas de galaxias que incluye la Vía Láctea, y que están unidas gravitacionalmente. La Gran Nube de Magallanes (GNM) está tan cerca que interactúa con la Vía Láctea. Los astrónomos piensan que esta interacción puede haber ayudado a formar la barra en el centro de la Vía Láctea. En unos billones de años, la Vía Láctea se "tragará" a la GNM. Mientras que la GNM como entidad física distinta dejará de existir, sus estrellas vivirán como parte de la Vía Láctea. La GNM es visible a simple vista en el hemisferio sur en la constelación del Dorado. *Imagen cortesía de AURA/NOAO/NSF.*

8) Arp 252 - La interacción entre estas dos galaxias espirales ha deformado sus brazos, estirándolos en largas colas. Estas colas son características de colisiones e interacciones de galaxias. La Arp 252 recibe su nombre por un catálogo de galaxias peculiares interactuantes, organizado por el astrónomo Halton C. Arp. Está localizada a una distancia de 450 millones años-luz en la dirección de la constelación Hydra. *Imagen cortesía de William C. Keel y el European Southern Observatory (ESO).*

9) NGC 4565 - Esta es una galaxia espiral Sb vista de lado. El polvo en el disco delgado bloquea la luz del abultamiento central de estrellas. Todas las galaxias espirales se verían así, si las pudiéramos ver de lado. Compare esta galaxia con otra galaxia espiral de lado (imagen 12) para ver cómo la prominencia del abultamiento central puede variar de galaxia a galaxia. La galaxia NGC 4565 es casi del mismo tamaño que la Vía Láctea y está localizada a una distancia de aproximadamente 31 millones años-luz en la dirección de la constelación Coma Berenices. *Imagen cortesía de William C. Keel.*

10) M81 - Esta galaxia espiral Sb tuvo un encuentro cercano con la pequeña galaxia irregular M82 (imagen 5) hace varias decenas de millones de años atrás. Aunque sólo tiene la mitad del tamaño de la Vía Láctea, es más del doble del tamaño de la M82. La gravedad de la M81 causó las distorsiones caóticas y la explosión de formación de estrellas que se observan en M82. El encuentro también pudo haber tenido un efecto en el patrón espiral de la M81, haciéndolo más pronunciado. Las galaxias M81 y M82 están separadas por 150,000 años-luz, casi como la GNM y la Vía Láctea. La M81 está localizada a una distancia de aproximadamente de 12 millones años-luz en la dirección de la Osa Mayor. *Imagen cortesía de AURA/NOAO/NSF.*

11) M87 - Esta galaxia elíptica gigante (E0 o E1)

© 1999 por Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

parece casi completamente circular. Los astrónomos no saben si las galaxias elípticas se ven iguales desde todos los ángulos, así que no saben con certeza si la galaxia M87 es perfectamente esférica, o si se vería más plana desde otro ángulo. Con más de 100,000 años-luz de ancho, la galaxia M87 puede contener suficiente materia para formar varios billones de soles. Aunque la M87 se parece bastante a la M32 (imagen 1), la galaxia M87 es más de 40 veces más grande. Es un miembro importante del Cúmulo de Virgo, uno de los grupos ricos de galaxias más cercanos a nosotros (a una distancia de 50 millones años-luz). Los astrónomos piensan que la galaxia M87 se pudo haber formado por la fusión de varias galaxias espirales hace una decena de billones de años. Está localizada en la constelación de Virgo. *Imagen cortesía de AURA/NOAO/NSF.*

12) M104 - También conocida como la "galaxia sombrero", esta galaxia espiral Sa o Sb es vista de lado. Por esto es difícil decir cuán unidos están los brazos espirales, lo cual explica por qué su tipo no es seguro. El polvo en su disco delgado bloquea la luz del abultamiento central de estrellas, mostrando claramente las dimensiones del disco. El abultamiento central en la galaxia M104 es mucho más prominente que en otra espiral vista de lado, la galaxia NGC 4565 (imagen 9). Generalmente se cree que M104 es un miembro del Cúmulo de Virgo, lo cual la pondría a casi 50 millones años-luz de distancia. Tiene aproximadamente 80,000 años-luz de ancho, y está localizada en la constelación de Virgo. *Imagen cortesía de AURA/NOAO/NSF.*

13) NGC 2146 - Esta es una galaxia espiral peculiar Sab. El polvo en uno de sus brazos espirales bloquea la luz del abultamiento central. La galaxia NGC 2146 está localizada a una distancia de aproximadamente de 42 millones años-luz en la constelación Camelopardalus (la Jirafa). *Imagen cortesía de AURA/NOAO/NSF.*

14) NGC 1365 - Esta es una de las galaxias espirales con barra más importantes en el cielo, con brazos que se extienden desde las puntas de la barra central. La barra y el patrón espiral en esta galaxia SBb giran en el sentido de las manecillas del reloj, tomando aproximadamente 350 millones de años en completar una rotación. Con un diámetro de aproximadamente 200,000 años-luz, NGC 1365 es una galaxia super–gigante localizada, aproximadamente, a una distancia de 60 millones años-luz en la constelación Fornax (el Horno). Imagen cortesía de ESO.

15) NGC 4650A - Esta galaxia irregular es un ejemplo de una clase conocida como "galaxias de anillo polar". Sólo se conocen alrededor de 100 galaxias con anillo polar. Localizada a una distancia de 130 millones años-luz, se cree que la galaxia NGC 4650A es el resultado de una colisión entre dos galaxias hace por lo menos un billón de años. Los restos de una galaxia formaron lo que parece ser una galaxia elíptica aplanada en el centro. El gas de la galaxia más pequeña fue arrancado de su galaxia huésped y llevado al anillo de gas, polvo y estrellas que orbita en ángulo recto a los restos de la primera galaxia. El anillo en la galaxia NCG 4650A es visto casi de lado. La galaxia está localizada en la constelación Centaurus. *Imagen conrtesía del Hubble Heritage Team (AURA/STScI/NASA).*

16) NGC 6946 - Esta galaxia espiral vista de frente tiene la clasificación excepcional de SAB (rs)cd, lo que se refiere al hecho de que tiene una barra pobremente desarrollada a lo largo del elutro (la AB en la clasificación), un pequeño centro con un número de brazos espirales bien desarrollados (el cd) y un anillo confuso (el rs). NGC 6946 tiene más de 70,000 años-luz de ancho y está a una distancia de cerca de 20 millones años-luz en la constelación de Cygnus. *Imagen cortesía de AURA/NOAO/NSF.*

© 1999 por Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

17) Leo I - Este disperso grupo de estrellas es una galaxia elíptica enana (E3). Es un miembro del Grupo Local de galaxias que incluye la Vía Láctea. Localizada a una distancia de 600,000 años-luz, tiene apenas 1,000 años-luz de largo. Las galaxias tenues y pequeñas como esta pueden ser las galaxias más comunes en el universo, pero dado a que son pequeñas y oscuras son difíciles de detectar. *Imagen cortesía de David Malin, Anglo-Australian Observatory (AAO).*

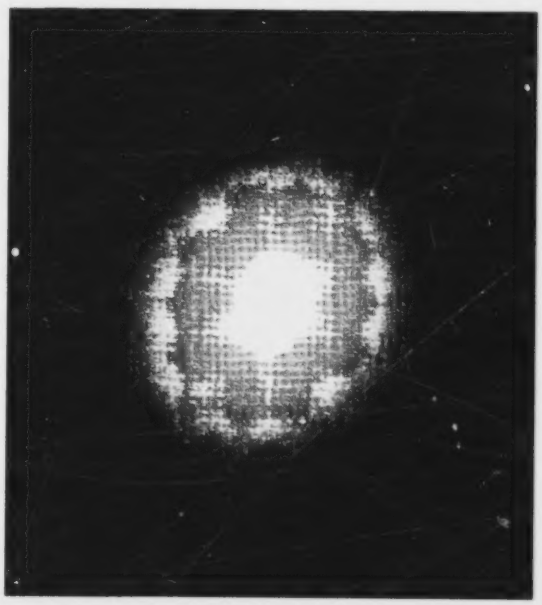
18) NGC 253 - La galaxia espiral Sc se ve casi de lado. Está a una distancia de 8 millones de años-luz en la constelación Sculptor. Note que el abultamiento central de las estrellas no es muy prominente en esta galaxia. *Imagen cortesía de ESO.*

19) M59 - Esta galaxia elíptica E5 está significativamente aplanada. Compare su forma a la galaxia E0 M87 (imagen 11) y la E2 M32 (imagen 1), y observe el cambio en la forma a medida que va de E0 a E5. La M59 es un miembro del Cúmulo de Virgo. A una distancia de aproximadamente 50 millones años-luz, tiene un diámetro de 75,000 años-luz, más pequeña que la M87. La M59 está localizada en la constelación de Virgo. *Imagen cortesía de AURA/NOAO/NSF.*

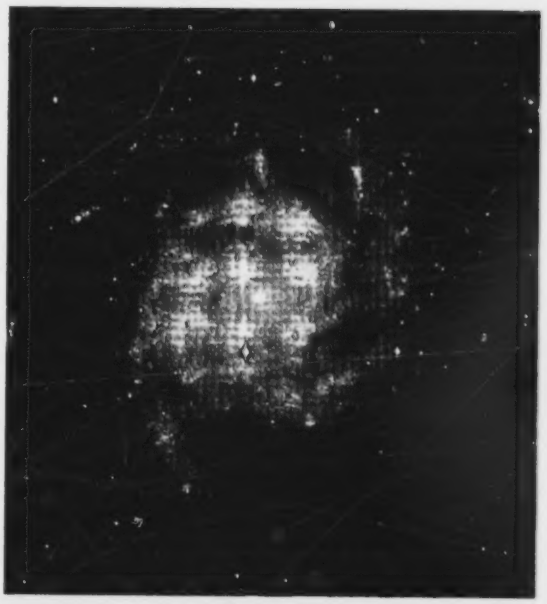
20) NGC 1073 - Esta espiral con barra SBc tiene una barra bastante prominente que pasa a través de su centro. Sus brazos dan vuelta hacia afuera desde puntos que están un poco desplazados de las puntas de la barra. El abultamiento central es pequeño y de brillo comparable a sus brazos espirales, por lo cual se designa como una espiral con barra "c". La galaxia NGC 1073 está localizada a una distancia de aproximadamente de 56 millones años-luz en la constelación Cetus. *Imagen cortesía de SEDS.*

© 1999 por Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

FOTOS DE GALAXIAS – PÁGINA 1

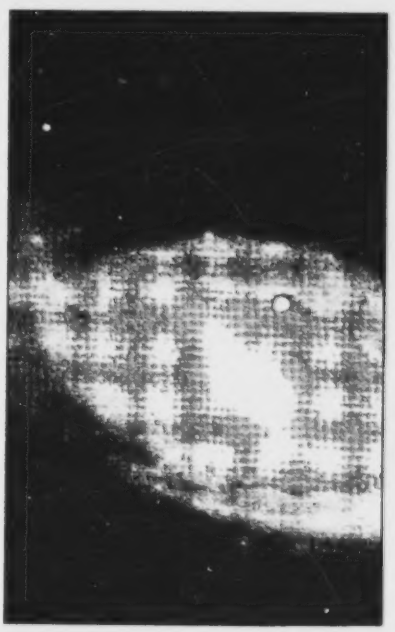


1) M32



2) M101

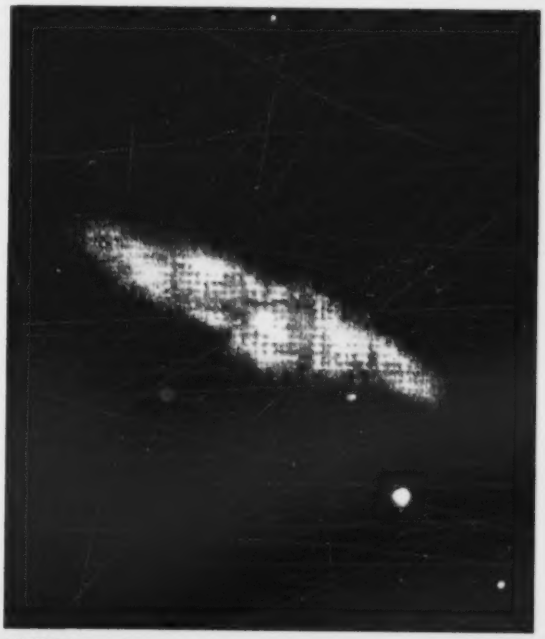
3) M65



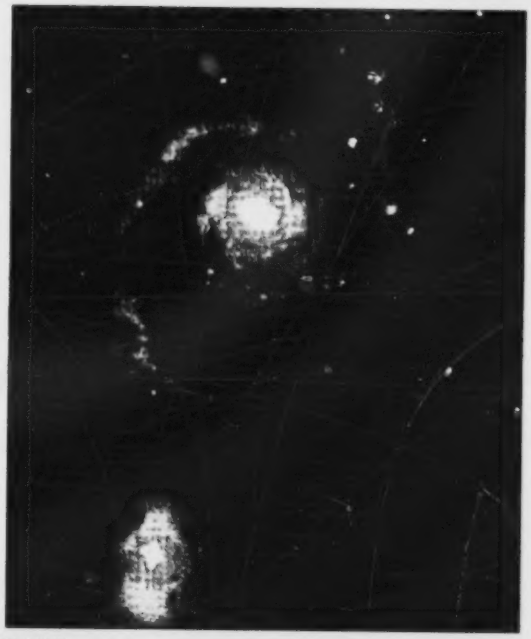
4) M109

© 1999 por Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

FOTOS DE GALAXIAS – PÁGINA 2



5) M82



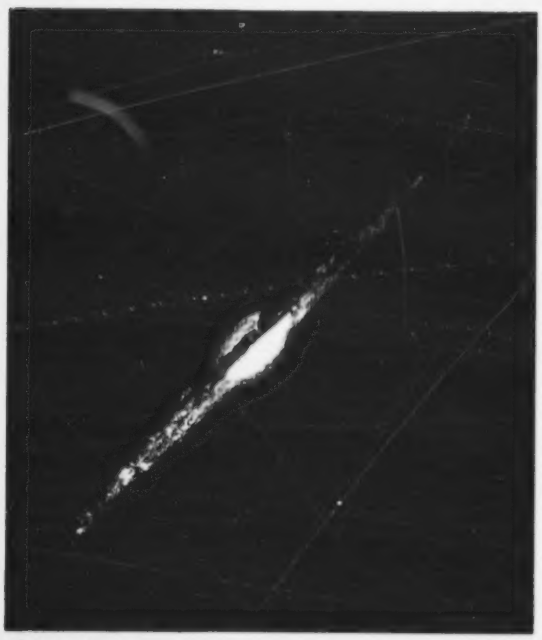
6) M51

7) LA GRAN NUBE DE MAGALLANES

8) Arp 252

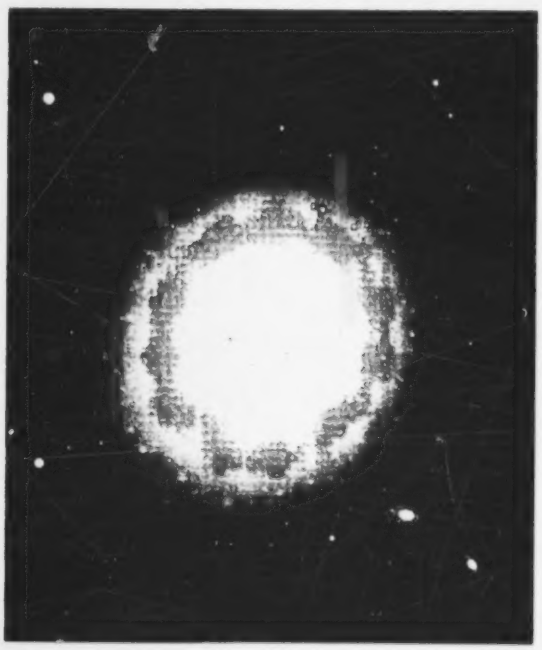
© 1999 por Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

FOTOS DE GALAXIAS – PÁGINA 3



9) NGC 4565

10) M81



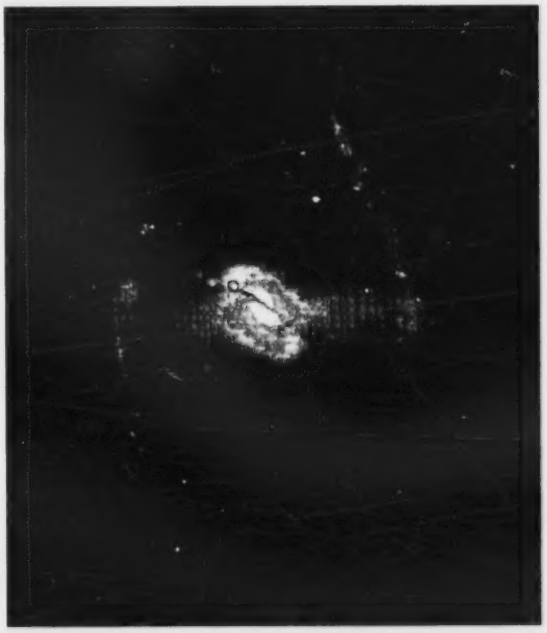
11) M87

12) M104

© 1999 por Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

FOTOS DE GALAXIAS – PÁGINA 4

13) NGC 2146



14) NGC 1365

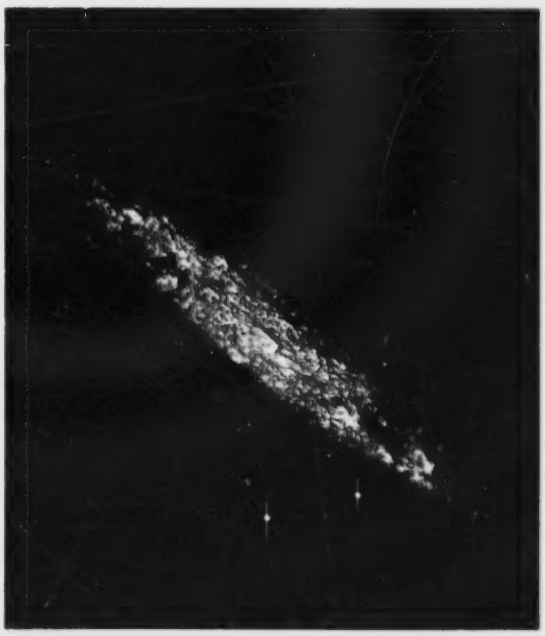
15) NGC 4650A

16) NGC 6946

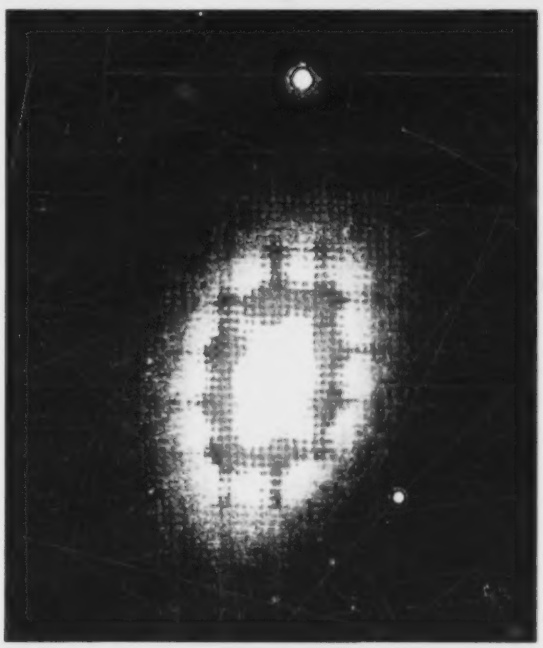
© 1999 por Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

FOTOS DE GALAXIAS – PÁGINA 5

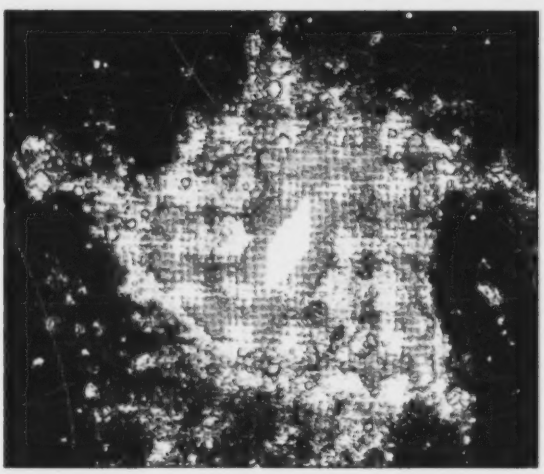
17) LEO I



18) NGC 253



19) M59



20) NGC 1073

© 1999 por Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

¿Cuántos objetos hay?: Contando galaxias usando la imagen de campo profundo Hubble

Actividad 8.6

Edades: 9-17

Fuente: Esta actividad está adaptado del folleto y página web *Hubble Space Telescope Deep Field Lesson Package*, parte de la serie Amazing Science del Space Telescope Science Institute. Los autores son Gina Cash y Kirk Fitch, dos maestros de ciencia en Maryland, y Ray Lucas, científico del Space Telescope Science Institute, operado por la Association of Universities for Research in Astronomy, Inc. y NASA (contacto NAS5-26SSS). La serie completa de lecciones su puede conseguir en http://amazing-space.stsci.edu.

¿De qué trata esta actividad?

En 1995, el Telescopio Espacial Hubble tomó la imagen más profunda del Universo. Los astrónomos se apresuraron a estudiarla, para aprender sobre los varios miles de galaxias que aparecían en ella. Ya que el universo de galaxias es bastante similar en todas las direcciones, el pequeño pedazo de cielo en la imagen profunda del Hubble es representativo del Universo en general. Si contamos el número de galaxias dentro de la imagen, podemos multiplicar por el número de imágenes que se necesitarían para cubrir el cielo y así estimar el número total de galaxias que podrían ser observadas con el Hubble.

¿Qué harán los estudiantes?

A cada grupo de estudiantes se le darán partes de la imagen profunda del Hubble, dividida en secciones y se le pedirá que cuente el número de objetos en su sección. Los estudiantes calcularán cuántos objetos (galaxias) hay en cada imagen, y (ya que pensamos que el campo es representativo) cuántos objetos podría ver el Hubble en el Universo completo, usando exposiciones largas.

Consejos y sugerencias

- Si tiene problemas para hacer fotocopias claras de las imágenes en esta actividad y tiene acceso a la Internet y a una buena impresora, sería mejor imprimir las imágenes desde la red (ver la dirección en la "Fuente" arriba) y plastificarlas para que duren.
- Las instrucciones no explican el origen de la fórmula final en la Parte 5. Hay 41,253 grados cuadrados en la esfera del cielo, y nuestra imagen tiene 0.0014 grados cuadrados. Por lo tanto, se necesitan $41{,}253/0.0014 = 30 \times 10^6$ imágenes para cubrir el cielo completo.
- Para los estudiantes (o maestros) que quieran saber exactamente en que parte del cielo se tomó la imagen, la ascensión recta es 12 horas, 26 minutos, 49.4000 segundos y la declinación es +62 grados, 12 minutos, 58.000 segundos (época 2000).
- Para más información sobre técnicas de muestreo, vea la *Actividad 7.1, ¿Cuántas estrellas podemos ver?* Para más información sobre galaxias y el Universo, vea las actividades en esta sección.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Galaxias	Observar	Materia
Tomar muestras como una forma de estimar números grandes de objetos.	Contar	Escala
Imágenes de larga exposición	Calcular	Estructura
Mirando hacia el espacio para mirar hacia atrás en el tiempo	Inferir	Diversidad

¿Cuántos objetos hay?:

Contando galaxias usando la imagen de campo profundo Hubble

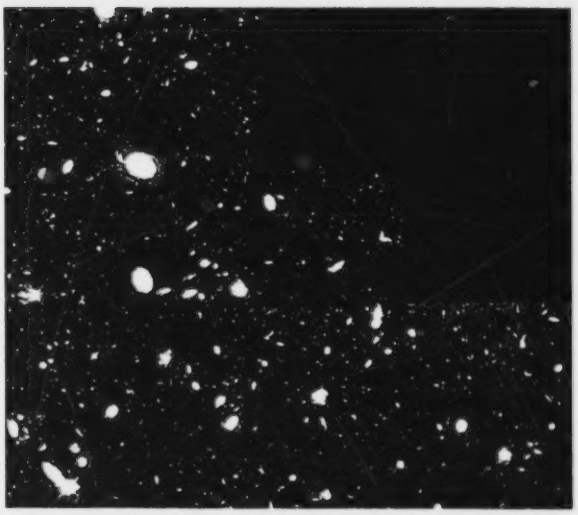
por Gina Cash
Hammond Middle School
Kirk Fitch
Tamoka Park Middle School
Ray Lucas
Space Telescope Science Institute

INFORMACIÓN DE FONDO

En órbita alrededor de la Tierra, el Telescopio Espacial Hubble es uno de los instrumentos más importantes en la historia de la astronomía. Aunque su espejo de 2.4 metros no es el "ojo" más grande que los astrónomos tienen en el Universo, su posición sobre la atmósfera de la Tierra le permite tomar las más claras imágenes del Universo. Como con cualquier cámara, los instrumentos a bordo del Hubble pueden recoger más luz de un objeto o dirección particular, apuntando hacia el mismo lugar por más tiempo: es decir, tomando una exposición más larga.

En diciembre de 1995, un equipo de astrónomos usó el Hubble para tomar 342 exposiciones separadas del mismo pedazo de cielo, durante un período de 10 días consecutivos. Cada exposición duró de 15 a 40 minutos, y todas las exposiciones se sumaron con gran precisión para darle a los astrónomos la visión más profunda (la exposición más larga) del Universo jamás tomada. Las galaxias más débiles visibles en la imagen son cuatro billones de veces más tenues que el punto de luz más debil que se puede ver con el ojo humano.

El pequeño pedazo de cielo seleccionado para esta observación histórica está cerca del mango de la Gran Cacerola en la constelación de la Osa Mayor. Está lejos del plano de nuestra galaxia y por lo tanto está libre del "desorden" que presentan las estrellas cercanas. Los astrónomos que tomaron la imagen acostumbran decir que escogieron el pedazo "más aburrido" de cielo para asegurarse que es representativo del Universo en general. Según el Space Telescope Institute, el campo "provee un área de



TODA LA IMAGEN PROFUNDA DEL HUBBLE, TOMADA EN DICIEMBRE DE 1995 (STScI, NASA)

la galaxia que permite una visión clara hasta el horizonte del Universo".

El campo es del tamaño de una cabeza de alfiler sostenida a la longitud del brazo, extendido. De manera similar a las muestras geológicas profundas, la imagen de exposición larga del Hubble es una clase de túnel del tiempo, donde podemos mirar atrás, a épocas más tempranas del Universo.

Esto se debe a que, aunque muy rápida comparada

con las escalas de velocidad humanas, la luz viaja a una velocidad finita. A la luz de objetos distantes le toma mucho tiempo llegar a nosotros, y por lo tanto, nos trae "noticias" de cómo era el Universo en el pasado. Mientras más lejos está el objeto, más tiempo hace que salió la luz que nos está llegando.

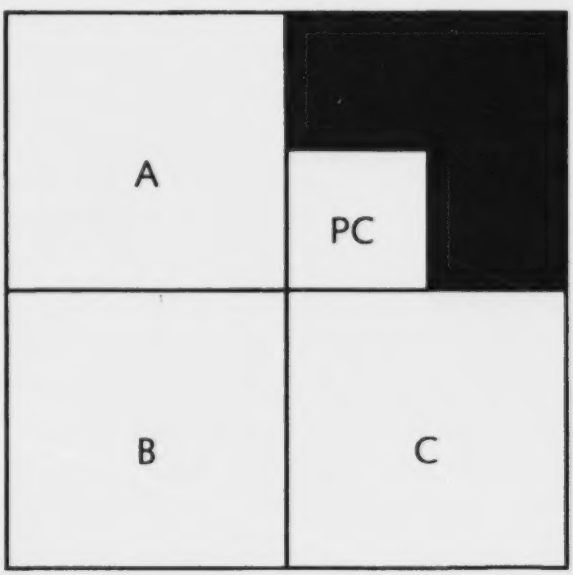
Los astrónomos usan años-luz para medir distancias cósmicas. Un año-luz es la distancia que viaja la luz en el curso de un año: 9.5 trillones de kilómetros. La estrella más cercana (sin contar el Sol) está a una distancia de un poco más de 1 año-luz. Las galaxias están a millones y billones de años-luz. Si observamos una estrella que está a una distancia de 100 años-luz, su luz — que viaja un año-luz cada año — llegará a nuestro telescopio 100 años después de salir de la estrella. La luz de una galaxia a una distancia de 2 billones de años-luz necesitará 2 billones de años para llegar a nosotros.

En general, mientras más debil es la galaxia, más lejana está de nosotros. Al exponer el mismo pequeño pedazo de cielo repetidamente, los astrónomos del Hubble querían observar las galaxias más débiles y, por consiguiente, las más distantes que hayamos visto. Además de las galaxias espirales y elípticas clásicas, la imagen incluye una colección maravillosa de galaxias de otras formas y otros colores, entre ellas algunos "fragmentos de galaxias" que pueden ser las piezas de las cuales se formaron la galaxias más "maduras". Entre las 2,000 o 3,000 galaxias en la imagen, hay varias que estamos viendo en un momento cuando el Universo tenía sólo 5% de su edad actual.

La imagen profunda del Hubble (y otra imagen similar tomada en el hemisferio sur del cielo) le está dando a los astrónomos claves importantes para entender la evolución de las galaxias en el Universo. Esta actividad, la cual es parte de un paquete de actividades para clases acerca de la imagen, involucra a los estudiantes en las tareas que los astrónomos realizaron cuando se tomó.

LA FORMA DE LA IMAGEN PROFUNDA DEL HUBBLE

La imagen profunda del Hubble (y muchas otras imágenes del mismo telescopio) tienen una forma extraña, con uno de los bordes como una escalera. La camara a bordo del Hubble que tomó esta imagen se conoce como la Cámara Planetaria de Campo Ancho, y es realmente cuatro cámaras en una, con cada cámara mirando pedazos adyacentes del cielo. Los resultados de las cuatro fotos se combinan, como losas o azulejos, para crear un mosaico. Tres de las cámaras (identificadas A, B y C en el diagrama) miran a una parte del cielo con un tamaño de aproximadamente una décima del diámetro angular de la Luna Llena en el cielo. La cuarta cámara (identificada como PC, por sus siglas en inglés, cámara planetaria) tiene un campo de visión más pequeño. Mira hacia un área del cielo que tiene sólo a un cuarto del tamaño de las áreas vistas por las otras cámaras. Para compensar, tiene el doble de la resolución — la habilidad de distinguir detalles — que las otras cámaras.



HOJA DE TRABAJO ¿CUÁNTOS OBJETOS HAY?

ASTRÓNOMO: _____ FECHA: _____

¿Cuántos objetos hay en la imagen profunda del Hubble? Esta es la pregunta más común que se hace la gente al mirarla. Como sabes, a menudo se le pide a los científicos que den estimados aproximados de las cantidades que encuentran durante el curso de sus investigaciones. Piensa por un momento, y escribe varias situaciones en las que sería mejor que un científico usara estimados aproximados, en lugar de números exactos.

1. _____

2. _____

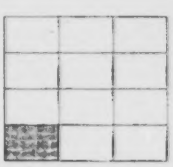
3. _____

Ahora queremos que observes bien la imagen profunda del Hubble. Estima el número de objetos en ella.

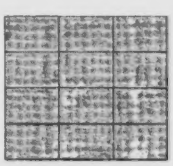
Tu estimado: Creo que hay _____ objetos en la imagen.

A veces, los científicos necesitan estimados más precisos. Para ésto, deben reunir más datos y usarlos para revisar sus estimados anteriores. Tu próxima misión es usar una técnica llamada "muestreo representativo" para mejorar tu estimado original.

Muestro representativo:
Sigue los pasos que se indican, para obtener un estimado más preciso.



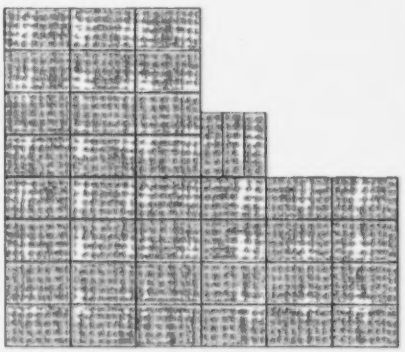
1. Selecciona una de las tres partes de la cámara (A, B, o C) en la imagen. Cuenta todos los objetos en una de las 12 secciones más pequeñas.
   Hay _____ objetos en una de las 12 sub-secciones de la cámara A, B o C.



2. Usando el resultado que obtuviste arriba, calcula el número aproximado de objetos en la cámara.
   Hay _____ objetos en la cámara A, B o C.

3. Ahora, piensa en las tres cámaras (A, B, y C) y en la cámara planetaria (con un cuarto del área de una de los cámeras). ¿Cuántos objetos hay en la toda imagen profunda del Hubble?

   Hay _____ objetos en la imagen profunda del Hubble.



4. Ya que has calculado él número aproximado de objetos en la imagen profunda del Hubble, ¿cuántos objetos como esos crees que existen en el Universo?

   Yo creo que hay _____ objetos como esos en el Universo.

5. Usando la misma información que tienes ahora, los astrónomos recientemente recalcularon el número de objetos celestes en el Universo. Usando un multiplicador (30×10^6) provisto por el grupo de astrónomos que tomó la imagen, puedes calcular tu propio estimado.

   [ ] ☐ [30×10^6] = _____ número de objetos como estos en el Universo

   NÚMERO DE OBJETOS EN LA IMAGEN (PASO 3)

   De acuerdo con los astrónomos de la misión, hay entre 50 billones y 100 billones de tales objetos en el Universo conocido.

6. Nos gustaría que compararas tu estimado al de los astrónomos. Responde estas preguntas:

7. ¿Está tu estimado dentro del intervalo dado por los astrónomos? ¿Cuán cerca estuviste?

8. Usando tu experiencia en el "muestreo representativo", ofrece dos o tres explicaciones para el amplio intervalo en el estimado de los astrónomos?

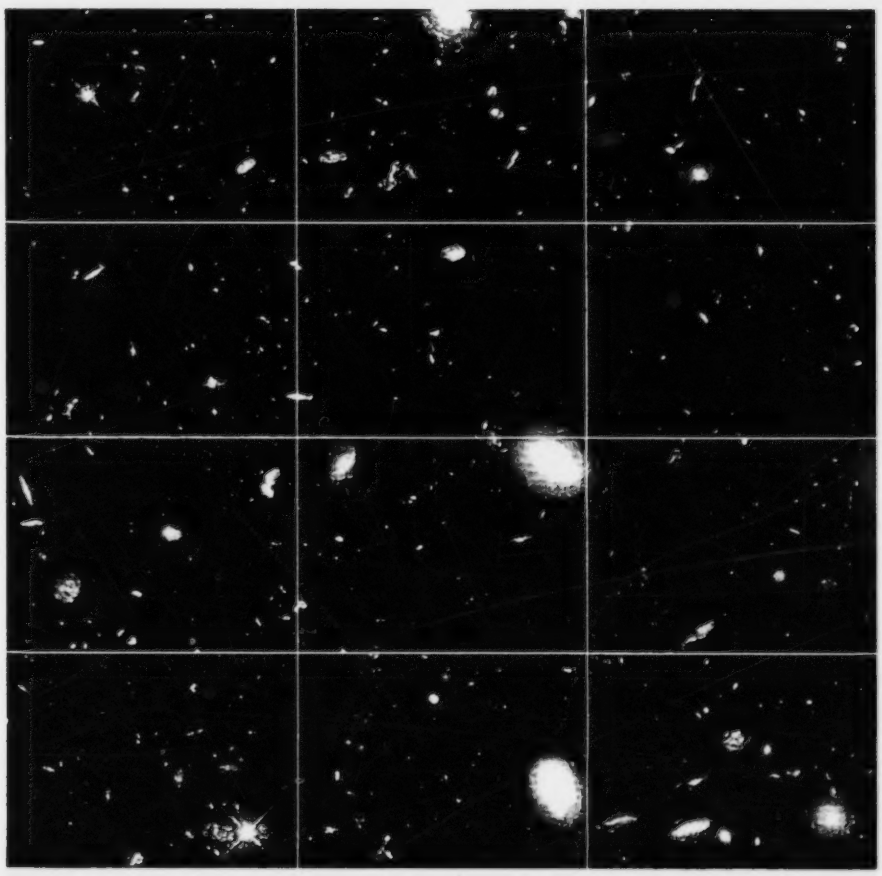
   _____

   _____

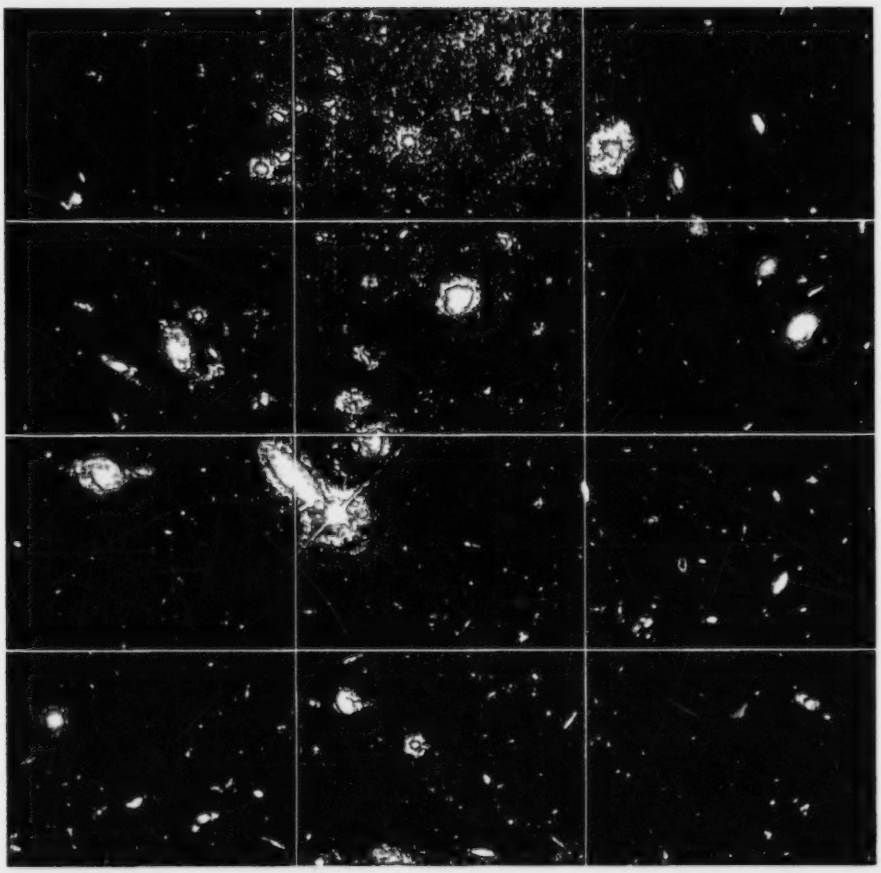
   _____

¡Buen trabajo! Has sido promovido a Matemático Estelar.

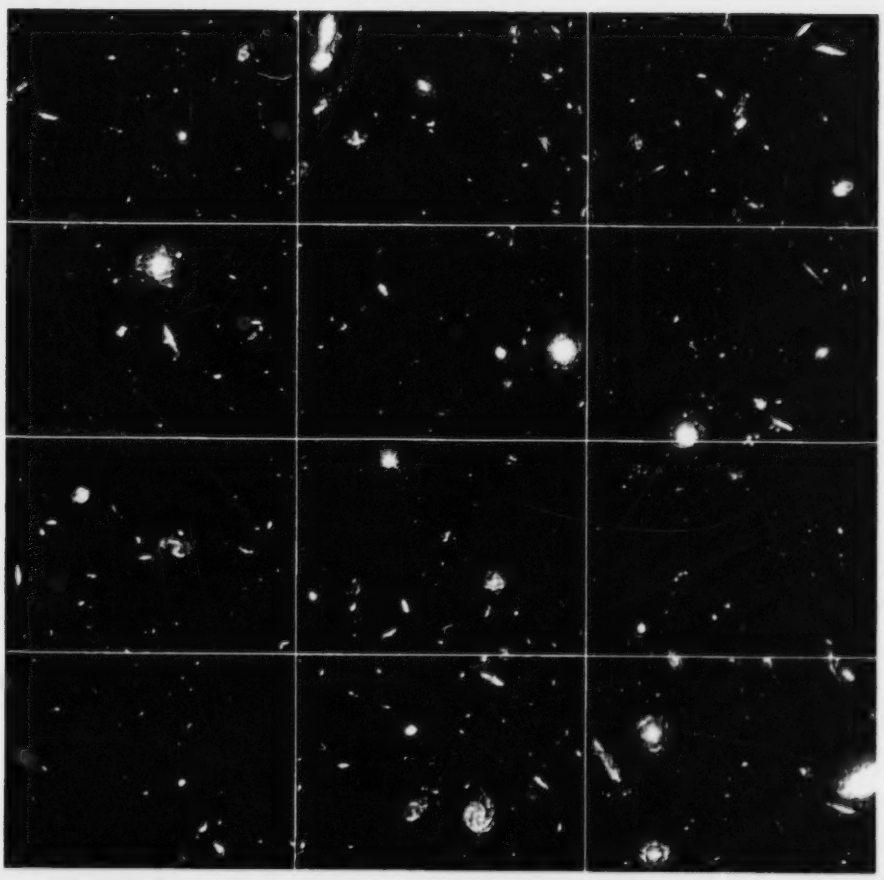
CÁMARA A



CÁMARA B



CÁMARA C



350

SECCIÓN 9

EXPLORACIÓN ESPACIAL Y LA BUSQUEDA DE INTELIGENICA EXTRATERRESTRE

INFORMACIÓN DE FONDO: EXPLORACIÓN ESPACIAL

Durante la segunda mitad del siglo XX, los humanos hemos tomado los primeros pasos tentativos para alejarnos de nuestra Madre Tierra. Cientos de satélites orbitan ahora nuestro planeta, mandandonos un flujo constante de información sobre el clima, la navegación y las comunicaciones. Hemos enviado naves espaciales con robots para investigar a todos los planetas de nuestro Sistema Solar, a excepción de Plutón. Otras naves sin tripulación se han acercado a cometas y asteroides, mandándonos información e imágenes detalladas. A pesar de que la tecnología necesaria para realizar estas tareas ha estado disponible tan sólo durante las últimas décadas, muchas de las ideas básicas sobre los viajes espaciales y los satélites en órbita son muy antiguas.

En 1686, el físico inglés Isaac Newton publicó su famoso libro acerca de la gravedad y sus efectos en el movimiento de los objetos. Su trabajo hizo posible que los científicos comprendieran por primera vez cómo un objeto puede mantenerse en órbita alrededor de otro. Imagínese que se coloca un cañón en la cima de una montaña muy, muy alta. Si se dispara horizontalmente, la bala del cañón viajará a través del aire y caerá al suelo, no lejos de la base de la montaña. Si se usa más pólvora, la bala del cañón viajará más rápido, golpeando el suelo a una distancia mayor que antes. Si se usara suficiente pólvora, la bala se movería tan rápido que nunca tocaría el suelo, dando vueltas a la Tierra para regresar a la montaña desde donde fue lanzada.

Newton se dió cuenta que la única fuerza actuando sobre la bala es la gravedad. La gravedad de nuestro planeta jala la bala hacia el centro de la Tierra, pero mientras la bala vuela a través del aire, la superficie de la Tierra describe una trayectoria curva alejándose de la bala con la misma rapidez que la bala cae hacia el centro. De la misma manera, la Luna "cae", literalmente, alrededor de la Tierra, completando un ciclo cada mes. Otra manera de describir esto es decir que la bala "quiere" moverse en línea recta, pero el jalón de la Tierra la aleja de su movimiento en línea recta, curvando su trayectoria.

La idea de poner balas en órbita alrededor de la Tierra ha existido durante siglos. En una de las historias del novelista Julio Verne, una armada enemiga planea bombardear una ciudad con una bala gigantesca. Sin embargo, imparten tanta velocidad a la bala que esta pasa sin riesgo por encima de la ciudad y entra en órbita circular alrededor de la Tierra. El problema siempre ha sido el cómo impartir un empujón lo suficientemente grande como para alcanzar las velocidades necesarias para poner objetos en órbita, velocidades de por lo menos 30,000 kilómetros por hora. La era espacial ha tenido que esperar el desarrollo de grandes propulsores de cohetes.

El 4 de octubre de 1957, Sputnik I, el primer satélite articial de la Tierra, fue lanzado exitosamente por la ex-Unión Soviética. Sputnik, la palabra rusa que significa "satélite", pesaba aproximadamente cuatro toneladas y orbitaba la Tierra una vez cada 96 minutos. Viajaba en una órbita ovalada, con una

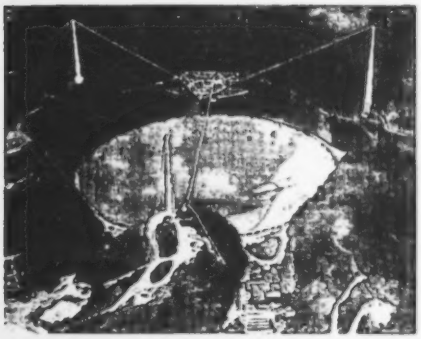
distancia a la superficie de la Tierra que iba de 230 a 950 kilómetros. Esta distancia era lo suficientemente pequeña para que la fricción con las pequeñas cantidades de atmósfera presentes a esas alturas hiciera que el Sputnik se moviera cada vez más despacio y que perdiera energía. Finalmente, el primer satélite artificial de la Tierra se quemó al entrar a las partes más bajas y densas de la atmósfera, tres meses después de ser lanzado.

El lanzamiento de Sputnik provocó una "carrera" espacial entre la Unión Soviética y los Estados Unidos, la cual culminó con las misiones Apollo, que llevaron astronautas a la Luna y los regresaron sin riesgo a la Tierra. Años de estudio, usando naves de ambos países y sin tripulación, que llegaron a (y a veces se estrellaron en) la superficie de la Luna, precedieron las misiones Apollo. El 20 de julio de 1969, Neil Armstrong se convirtió en el primer humano que puso pie en otro mundo, al salir de su nave para explorar la desolada superficie lunar. Los astronautas regresaron con cientos de kilos de rocas y otros materiales recolectados en la superficie lunar, los cuales han revelado una gran cantidad de información acerca de la Luna y de su historia.

Hoy, el programa espacial tripulado de la NASA se enfoca en órbitas alrededor de la Tierra, con misiones de dos semanas de duración en el transbordador espacial para conducir experimentos científicos, mientras se construye la estación espacial Freedom que permitirá estancias más largas. Mientras tanto, la estación espacial rusa Mir ha estado con tripulación casi continuamente desde 1986, con algunos cosmonautas permaneciendo abordo durante períodos de más de un año. La carrera espacial del pasado se ha transformado en una nueva era de colaboración entre los dos países, mientras que ambos se esfuerzan por disminuir los costos de la exploración espacial.

A pesar de que los viajes espaciales con tripulación reciben mucha atención de los medios de comunicación, ambos países han tenido exitosos programas de exploración sin tripulantes. Naves espaciales con robots han viajado a todos los planetas, a excepción de Plutón (hay planes de visitarlo en el futuro). Las dos naves Voyager volaron cerca de los gigantes de las afueras de nuestro Sistema Solar, y, por primera vez, los astrónomos pudieron estudiar de cerca a Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno, sus lunas y sus anillos. Los ojos de radar de la nave Magallanes miraron a través de las gruesas nubes de Venus, haciendo mapas detallados de la superficie del planeta. Dos naves Viking llegaron a Marte, y recogieron muestras del suelo del planeta para buscar signos de vida (los resultados de estos experimentos han sido inconclusos; se observó algo de actividad, pero podría ser explicada por reaccciones químicas inorgánicas ordinarias).

Nuestra exploración del Sistema Solar continúa hoy en día: la nave Galileo llegó a Júpiter en 1995, y dejó caer una pequeña sonda hacia el planeta, con el objetivo de estudiar la atmósfera. El Mars Pathfinder descendió en Marte en 1999, y dos naves más orbitan el planeta en este momento, mandándonos infor-mación acerca de sus características geológicas. Cassini llegará a Saturno en el 2004. A través de nuestras misiones, con o sin tripulación humana, hemos tenido el privilegio de ser los primeros seres humanos de la historia en explorar la lunas, planetas, asteroides y cometas con los cuales compartimos los sueños de Newton y Verne hacerse realidad.



INFORMACIÓN DE FONDO: LA BÚSQUEDA DE INTELIGENCIA EXTRATERRESTRE

¿Estamos solos en el Universo? Esta simple pregunta ha cautivado a científicos, filósofos y escritores durante siglos. ¿Hay vida en otros planetas? Hoy en día, muchos científicos creen que dadas las condiciones apropiadas y el tiempo suficiente la vida debe aparecer. Sabemos que las moléculas orgánicas, los compuestos basados en el carbono que forman los bloques básicos de la vida que conocemos, son abundantes en toda la Galaxia. En nubes interestelares y en meteoritos recién caídos, los astrónomos han encontrado moléculas orgánicas complejas, tales como alcohol etílico (el que se puede tomar) y formaldehidos (fluido embalsamador). Pero la abundancia de estos precursores orgánicos no garantiza que la vida sea común en el Universo. Por ejemplo, en nuestro propio Sistema Solar, la vida parece haberse desarrollado solamente en la Tierra.

Aparentemente, ciertas condiciones (como una cantidad apropiada de calor proveniente de la estrella central) son necesarias para que surja la vida. Sabemos que en la Tierra la vida evolucionó a partir de gases volcánicos, materiales orgánicos traídos por cometas y meteoritos, y reacciones químicas naturales. Si hay planetas alrededor de otras estrellas, es posible que las condiciones en alguno de ellos sean apropiadas para que se desarrolle la vida tal como la conocemos.

Los astrónomos creen que el número de civilizaciones avanzadas que existen en nuestra Galaxia depende de varios factores (sugeridos por primera vez de esta manera por Frank Drake): 1) la rapidez con que se forman las estrellas como el Sol; 2) la fracción de estas estrellas que tienen planetas; 3) el número de planetas en cada sistema solar que presentan un medio apropiado para la vida; 4) la fracción de aquellos planetas habitables en los cuales existe vida; 5) la fracción de aquellas formas de vida que evolucionan para convertirse especies inteligentes; 6) la fracción de aquellas especies que desarrollan una tecnología adecuada y deciden enviar mensajes al espacio; y 7) la duración de la vida en estas civilizaciones tecnológicamente avanzadas.

Los tres primeros factores son esencialmente astronómicos, los dos siguientes son biológicos y los últimos son sociológicos; la mayoría son desconocidos. El más especulativo es el último; nosotros mismos sólo hemos desarrollado la capacidad tecnológica para enviar y recibir mensajes interestelares recientemente. Cuando todos estos factores se multiplican, el número de civilizaciones avanzadas varía de uno a millones, dependiendo de cuán optimistas sean nuestros juicios sobre cada factor. Nuestra Galaxia puede estar llena de formas de vida, o quizá la única forma de vida inteligente somos nosotros: no lo sabemos. Como ocurre a menudo en ciencia, la teoría sólo nos ayuda hasta cierto punto: necesitamos datos experimentales.

Suponiendo que existan otras civilizaciones, sólo hay dos maneras de obtener información sobre ellas: visitándolas o comunicándonos con ellas por medio de mensajes. Visitarlas no es en la actualidad una

opción realista: las distancias entre las estrellas son tan grandes que el tiempo que se necesita para un viaje interestelar usando una tecnología realista (después de todo, la serie de televisión "Star Trek" o "Viaje a las Estrellas" es ciencia ficción) es demasiado largo y requeriría muchas generaciones humanas. Las más rápidas de nuestras naves espaciales, los Voyagers, tomarán casi 80,000 años para llegar a la estrella más cercana. Además, las demandas de energía para volar rápidamente son verdaderamente desalentadoras. Bernard Oliver ha calculado el costo de energía de un viaje de ida a una estrella a diez años-luz del Sol (una vecina cercana), suponiendo (más o menos) 20 años de viaje y usando una nave perfecta (esto es, una que no desperdicie energía). Su resultado: el viaje requeriría casi toda la energía que consumen los EEUU en 500,000 años! Es poco probable que los legisladores de algún país decidan financiar semejante empresa en un futuro cercano.

Sin embargo, es posible comunicarse con otras civilizaciones usando ondas que viajan a través del espacio a la velocidad de la luz (300,000 km por segundo, la mayor velocidad posible). Dentro de las muchas maneras diferentes en que podriámos tratar de comunicarnos, las ondas de radio — especialmente las llamadas microondas — son las más económicas (en términos de energía) y las más eficientes para llevar mensajes. Estas pasan fácilmente a través de la atmósfera de nuestro planeta y es poco probable que sean absorbidas por el polvo que se esparce entre las estrellas; esto significa que pueden viajar más lejos que otros tipos de ondas. Además, la interferencia de fondo para ondas de radio (debida a fuentes naturales o artificiales) es muy pequeña.

Es importante recordar que la comunicación por radio con otra civilización no necesariamente significa una conversación. Dependiendo de cuán lejos se encuentre la otra civilización, las ondas de radio pueden emplear decenas, cientos y miles de años en hacer el viaje de ida y vuelta entre una pregunta y su respuesta. Pero si existen civilizaciones que se quieran comunicar, es posible que ya estén enviando sus mensajes, para sus propios propósitos o para informar a otros de su existencia. Estos son los tipos de mensajes que nuestros programas de búsqueda pueden encontrar. Si hay civilizaciones más avanzadas allá afuera, enviar mensajes a "civilizaciones principiantes" como la nuestra podría ser un proyecto interesante para un estudiante de secundaria extraterrestre.

Desde comienzos del siglo XX hemos estado transmitiendo, ínintencionalmente, señales al espacio — radio, radar y televisión — creando una "burbuja" de energía de radio que se expande a la velocidad de la luz. A comienzos del siglo XXI esta burbuja tiene más de cien años-luz de diámetro. Aunque la señal será extremadamente débil a esta distancia, una civilización muy avanzada tecnológicamente que se encuentre dentro de nuestra radio-esfera podría saber de nuestra existencia.

La gente bromea que una de las razones por la cuál los extraterrestres no nos han visitado es que han escuchado nuestras transmisiones de radio y televisión y hasta ahora no han visto signos de vida inteligente en la Tierra. Sin embargo, aunque como resultado de estas transmisiones nuestro planeta es más brillante en ondas de radio de lo que lo sería naturalmente, es poco probable que el contenido de estos programas sea decifrable a muchos años-luz de distancia.

Los astrónomos han empezado a buscar señales intencionales y no intencionales emitidas por otras civilizaciones. Estos proyectos se conocen con el nombre de Búsqueda de Inteligencia Extraterrestre, o SETI, por sus siglas en inglés. Hasta ahora, ningún programa SETI ha encontrado evidencia alguna de vida extraterrestre. Esto no es sorprendente, ya que todos han estado limitados por tecnología inadecuada, falta de fondos y poco tiempo de telescopio. La primera búsqueda fue realizada en 1960, cuando el radio-astrónomo Frank Drake apuntó la gigantesca antena de radio (de 28 metros de diámetro) del National Radio Astronomy Observatory de Green Bank, West Virginia, EEUU, hacia dos estrellas similares a nuestro Sol: Tau Ceti y Epsilon Eridani. Las dos están a 11 años-luz de nosotros, suficientemente cerca para detectar cualquier señal de ellas. Drake observó las dos estrellas en forma intermitente de abril a julio, pero no detectó ninguna señal "inteligente". Sin embargo, su experimento inspiró a investigadores del mundo entero a buscar señales inteligentes en otras estrellas.

Los astrónomos comparan estas búsquedas a la de una aguja en un pajar muy grande. Entre los

problemas inherentes está el de que estrellas se deben estudiar. La Vía Láctea tiene más de 100 billones de estrellas. Pero no todas las estrellas tienen planetas como la Tierra. ¿A dónde apuntaría usted su telescopio? ¿En qué canales escucharía? Aquí en la Tierra, cuando usted quiere escuchar radio, sintoniza el canal (o la frecuencia) que le ha sido asignada a la estación. No tenemos idea de qué canal se podría estar usando para los mensajes extraterrestres.

Aun si observamos la estrella correcta en la frecuencia correcta, no seremos capaces de escuchar el mensaje, si este es muy débil para nuestros receptores. Aun si nuestros receptores son muy sensibles, ¿cómo sabemos que seremos capaces de reconocer y traducir un mensaje de una civilización extraterrestre? Sería maravilloso si todas las civilizaciones usaran el código Morse, pero eso es improbable. Los astrónomos que trabajan en la búsqueda de inteligencia extraterrestre generalmente tienen que adivinar las respuestas a todas estas preguntas. Este proceso es similar a meter la mano al azar en un pajar, con la esperanza de haber escogido el lugar adecuado, y encontrar la elusiva aguja.

El proyecto SETI más sofisticado hasta la fecha fue iniciado por la NASA en 1992. La idea era buscar señales complejas en más de diez millones de canales de radio simultáneamente. Originalmente fue concebido en dos partes: una exploración de 800 estrellas como el Sol, usando equipos de alta sensibilidad, y una observación de todo el cielo, con baja sensibilidad. El proyecto fue detenido en 1994, debido a que el congreso de los EEUU eliminó los fondos necesarios. Los investigadores de SETI han continuado con una versión más modesta del proyecto con financiamiento privado. Hasta ahora no se ha informado de ninguna detección de señales inteligentes, pero la búsqueda apenas ha comenzado, y el pajar es gigantesco.

Además de intentar escuchar mensajes de otras civilizaciones, también hemos mandado unos pocos mensajes, la mayoría simbólicos. En 1974, Frank Drake y sus colegas usaron el radio-telescopio gigante de Arecibo, en Puerto Rico, para mandar un elaborado mensaje codificado hacia el cúmulo estelar M31, que tiene millones de estrellas. El mensaje contiene información binaria (en unos y ceros) acerca de los elementos esenciales para la vida en la Tierra y sobre nuestro Sistema Solar. Sin embargo, debido a que el cúmulo está muy lejos, se necesitarán 25,000 años para que el mensaje llegue a su destino. La transmisión sirvió primordialmente como una guía acerca de qué tipo de información podría contener un mensaje interestelar.

Realmente no sabemos si hay muchas civilizaciones con tecnología avanzada allá afuera o no. Tal vez haya miles, o tal vez seamos la única. El detectar evidencia de la existencia de al menos otra civilización tendría profundas repercusiones en la nuestra. Significaría que no somos la única inteligencia en el Universo. Pero nunca estaremos seguros a menos que busquemos.

EMPACANDO PARA UN VIAJE A LA LUNA

ACTIVIDAD 9.1

EDADES: 12-14+

Fuente: Reimpreso con el permiso de WQED/Pittsburg, *The SPACE AGE Activity Guide.* Derechos reservados © 1992 por QED Communications Inc. Fondos originales de la *Corporation for Public Broadcasting and The National Science Foundation.* La guía de actividades está disponible por $5.00 a través de *SPACE AGE Educational Material,* WQED, 4801 Fifth Avenue,Pittsburg, PA 15213, U.S.A.

¿De qué trata esta actividad?

Suponga que usted está varado en la Luna: ¿qué necesitaría para poder sobrevivir? Esta es una actividad rápida y divertida con base científica. Se puede repetir para otros planetas u objetos en el Sistema Solar con el fin de ayudar a los estudiantes a aplicar sus conocimientos de las condiciones atmosféricas y de las superficies de estos.

¿Qué harán los estudiantes?

Los estudiantes usarán una lista para clasificar y discutir que artículos necesitarían, si estuvieran varados en la Luna. La lista incluye artículos críticos (oxígeno, agua), otros útiles (mapas, sogas) y algunos no tan útiles (fósforos, brújula).

Consejos y sugerencias

- Realice esta actividad después de una discusión, y de la presentación de al menos un video sobre la Luna que incluya imágenes de los astronautas del Apollo caminando sobre la Luna y montando en el vehículo lunar.
- Los estudiantes pueden ser tremendamente creativos con esta actividad. Considere combinarla con un ejercicio de escritura o un proyecto de arte. Dependiendo de los artículos en la lista, la actividad se puede usar para estudiantes más pequeños.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Sobrevivir en la Luna	Aplicar	Simulaciones
Condiciones de la superficie lunar	Evaluar	
	Imaginar	

EMPACANDO PARA UN VIAJE A LA LUNA

Aplicar habilidades de solución de problemas a la supervivencia en la Luna

Esta actividad le da a los participantes una lista de los artículos disponibles para una tripulación ficticia, luego de un accidente en el desceuso en la Luna. Los hace ordenar los artículos en orden de importancia.

MATERIALES NECESARIOS

Ninguno

ESTRATEGIAS

Antes de empezar esta actividad, pídale a su grupo que haga una lista de todo lo que una tripulación necesita para vivir en la Luna por dos semanas. Más tarde, mientras lleva a cabo la actividad o después, repase la lista. ¿Cubre las áreas problemáticas identificadas en la actividad?

ARTÍCULO (PRIORIDAD)	**EXPLICACIÓN**
FÓSFOROS (15)	No hay aire en la Luna, así que no prenderán
COMIDA (4)	Manera eficiente de suplir los requisitos de energía
SOGA (6)	Útil en precipicios o para emergencias
PARACAÍDA (8)	Se puede usar para protegerse del Sol
CALENTADOR (13)	No se necesita, a menos que esté en el lado oscuro
PISTOLA (11)	Posible medio de autopropulsión
LECHE (12)	Fuente de energía redundante. Ocupa mucho espacio
OXÍGENO (1)	Lo más urgente para sobrevivir
MAPA DE CONSTELACIONES (3)	Medio primario de navegación
BALSA INFLABLE (9)	Botella de dióxido de carbono como posible fuente de propulsión
BRÚJULA (14)	Innecesaria, la Luna no tiene campo magnético
AGUA (2)	Para recobrar la pérdida de líquido en el lado iluminado de la Luna
ANTORCHAS QUÍMICAS (10)	Señal para las naves de rescate
EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS (7)	Jeringas para medicinas y vitaminas que caben en la apertura especial del traje
TRANSMISOR/RECEPTOR FM (5)	Para comunicación con la nave de rescate a la vista

Esta actividad ha sido usada por muchos grupos diferentes y está adaptada del programa de NASA SpaceLink, un sistema de información electrónica para educadores. A pesar de que no existe una solución oficial del problema, la Tabla presenta prioridades y razones dadas por varios "expertos".

Las prioridades de cada estudiante se pueden comparar con las del grupo o las de los expertos. Puntos de error se pueden calcular como el valor absoluto de las diferencias entre un individuo y el grupo o entre el grupo y los expertos.

EXTENSIÓN

Pídale a los estudiantes que pretendan que son el primer grupo de personas en vivir y trabajar en la Luna. ¿Qué reglas debe seguir la comunidad en la Luna? ¿Cómo y por quién serán determinadas las mismas? ¿Cómo se van a ser cumplir? ¿Se escogerá un líder? ¿Cómo? ¿Qué problemas de medio ambiente deben resolver? ¿Qué ocupaciones se necesitarán?

Invite a sus estudiantes a producir el primer periódico o programa de noticias que se origina desde la Luna. ¿Cómo describirían su vida diaria? ¿Cómo sería su punto de vista? ¿Qué descubrimientos se harán?

Recursos Relacionados

Collins, M. Liftoff, The Story of America's Adventure in Space. New York: NASA/Grove Press, 1988.

The Eagle Has Landed: The Flight of Apollo 11. Video (28 minutos). 1969 Disponible a través de: NASA CORE, Lorain County Joint Vocational School, 15181 Route 58 South, Oberlin, Oh 44074, U.S.A.

Lunar Phenomena. Diapositivas de aspectos importantes de la Luna. Disponible a través de: MMI Corporation, 2950 Wyman, P.O. Box 19907, Baltimore, MD 21211, U.S.A.

© 1992 QED Communications Inc

BEST COPY AVAILABLE

ASTRÓNOMO: _____

FECHA: _____

EMPACA PARA UN VIAJE A LA LUNA

Eres un miembro de una tripulación en un viaje a la Luna, pero tu nave espacial se estrelló. Una nave de rescate viene en camino, pero pasarán varios días mientras llega y tendrás que ir a buscarla a un lugar diferente. Los artículos de la lista a la derecha son las únicas cosas que has podido salvar de tu nave espacial. ¿Qué tan importante es cada artículo para ayudarte a sobrevivir y llegar al lugar de reunión? Clasifica los artículos del 1-15, siendo el 1 el más importante y el 15 el menos importante.

Discute tus razones para cada clasificación. Por ejemplo, puedes haberle dado una categoría baja a la brújula porque no te servirá para encontrar tu dirección (la Luna no tiene campo magnético). Sin embargo, la tapa puede ser usada como reflector para hacer señales.

ARTÍCULOS

___ caja de fósforos

___ comida concentrada

___ 5 metros de soga de nylon

___ paracaídas

___ unidad de calentador portátil

___ caja de leche en polvo

___ dos tanques de oxígeno de 50 kg.

___ mapa estelar (con perspectiva desde la Luna)

___ balsa autoinflable que usa un tanque de dióxido de carbono

___ brújula magnética

___ 20 litros de agua

___ pistola con 6 balas

___ antorchas químicas, que prenden automáticamente

___ equipo de primeros auxilios con agujas hipodérmicas

___ transmisor/receptor FM, que funciona con energía solar

© 1992 QED Communications Inc

¿QUÉ SE NECESITARÁ PARA VIVIR EN LA LUNA POR LARGO TIEMPO?

¿QUÉ RECURSOS YA ESTÁN DISPONIBLES EN LA LUNA PARA HACER UNA BASE PERMANENTE EN ELLA?

Antes de la década de los sesentas, la mayoría de la gente pensaba que los humanos no podían vivir en otro lugar que no fuera la Tierra. Desde entonces, más de 200 humanos han vivido en el espacio por distintos períodos de tiempo, incluyendo 12 astronautas que vivieron en la Luna (algunos tanto como tres días).

Una base permanente en la Luna se puede usar para extraer minerales, llevar a cabo investigación científica o lanzar otras misiones espaciales, tales como una misión a Marte o un observatorio astronómico.

La Luna no es un lugar hospitalario. No hay comida ni agua. Las temperaturas fluctúan desde 120 grados centígrados durante el día a -180 grados centígrados en la noche. Dado que la Luna no tiene ninguna atmósfera para absorberla, la radiación del Sol es intensa y peligrosa. Las bases para estadías de larga duración en la Luna requerirán mejores sistemas de soporte de vida, nuevas tecnologías de construcción y adelantos científicos.

A veces, las soluciones de baja tecnología funcionan igual o mejor que las de alta tecnología. Aunque un brújula en la Luna es innecesaria debido a la ausencia del campo magnético, los astronautas del Apollo usaron un gnomon (brújula solar), igual al usado en la Tierra durante cientos de años antes de que se descubriera el magnetismo.

Las ideas actuales sobre una base lunar involucran el construir viviendas debajo de la superficie de la Luna para proteger a la tripulación de la radiación del espacio. Algunos materiales de construcción serán desarrollados usando los recursos disponibles en la Luna. El suelo lunar, por ejemplo, contiene oxígeno, silicio, vidrio, hierro, aluminio y magnesio. Posiblemente, naves robóticas no tripuladas, con una variedad de capacidades y responsabilidades, construirán muchas de las estructuras. No necesitarán mucho apoyo para sobrevivir ni mucha protección de la radiación. Los científicos también están tratando de desarrollar un ecosistema cerrado que genere comida, agua y oxígeno en la Luna.

© 1992 QED Communications Inc

HOLA ALLÁ AFUERA: MENSAJE DEL ESPACIO

ACTIVIDAD 9.2

EDADES: 12-14+

Fuente: Reimpreso con el permiso de Astro Adventures, por Dennis Schatz y Doug Cooper. Derechos reservados © 1994 por Pacific Science Center. "Message Simulated from Space" tiene derechos reservados 1976, 1992 por The Regents of the University of California. Reimpreso con el permiso del Lawrence Hall of Science. No se permite ningún tipo de reproducción de esta actividad sin el permiso escrito del Pacific Science Center. Ordene Astro Adventures del Arches Gift Shop, Pacific Science Center, 200 Second Ave. N., Seattle, WA 98109-4895, U.S.A.; Tel.: (206) 443-2001.

¿De qué trata esta actividad?

Si recibiéramos un mensaje de una inteligencia extraterrestre, ¿qué diría? ¿Cómo se vería? ¿Qué le diríamos a los extraterrestres que posiblemente están "escuchando" nuestras señales electromagnéticas? Esta actividad provocó mucha discusión en los talleres nacionales de la ASP, y en los salones de clase en los que se hizo. La actividad motiva a los estudiantes a aplicar lo que saben del Sistema Solar a un sistema "extraterrestre."

¿Qué harán los estudiantes?

Empezando con el mensaje que llevan la naves espaciales Pioneer 10 y 11, los estudiantes explorarán qué se puede incluir en un mensaje a un supuesto ser inteligente que no sabe nuestro idioma, símbolos, cultura o hasta que existimos. Usando este análisis, decodificarán un mensaje simulado proveniente del espacio.

Consejos y sugerencias

- El mensaje simulado de la especie extraterrestre incorpora un posible plan para su exploración del Sistema Solar.
- Antes de esta actividad, los estudiantes deben tener una buena idea de la apariencia de nuestro Sistema Solar. Necesitarán saber la forma y las dimensiones de la Vía Láctea, para poder decodificar la última parte del mensaje.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Escala y estructura del Sistema Solar	Observar sistemáticamente	Pautas de cambio
Evolución de inteligencia	Explicar	Modelos y simulaciones
Escalas de tiempo para exploración	Inferir	
	Razonar	
	Describir	

HOLA ALLÁ AFUERA: MENSAJE DEL ESPACIO

por Dennis Schatz y Doug Cooper
Pacific Science Center

Los astrónomos y el público general siempre han estado fascinados con la posibilidad de la existencia de vida en otras partes del Universo. En esta actividad, los estudiantes examinarán varios intentos de comunicar nuestra existencia a otras formas de vida inteligente en nuestra Galaxia, y analizarán e interpretarán un mensaje simulado de radio, recibido de una civilización que orbita una estrella a muchos años-luz.

CONCEPTO

La comunicación usando un lenguaje desconocido es un proceso difícil y debe estar basado en observación e inferencias.

OBJETIVOS

Los estudiantes:

- usarán sus habilidades de observación e inferencia para interpretar un sistema de comunicación desconocido
- entenderán cómo los humanos están tratando de comunicarse con otros seres inteligentes fuera de nuestro Sistema Solar
- usarán técnicas de solución de problemas para interpretar los mensajes enviados al espacio y decodificarán un mensaje simulado enviado por una civilización inteligente a nuestro Sistema Solar
- desarrollarán un mensaje de respuesta expresando información importante sobre nuestra civilización, y formularán un mecanismo para enviar el mensaje de respuesta

MATERIALES

- Ilustraciones del mensaje proveniente del espacio (cuatro páginas de mensaje simulado)
- Ilustración de la placa enviada en las naves Pioneer 10 y Pioneer 11
- Ilustración del mensaje de Arecibo
- Sobre

PROCEDIMIENTO

Preparación por adelantado:

Esta actividad toma varios días. Planifique una cantidad adecuada de tiempo en el salón de clases. Haga copias de las ilustraciones del mensaje del espacio, de la ilustración de la placa de las naves Pioneer 10 y 11, y de la ilustración del mensaje de radio de Arecibo. Seguramente querrá también hacer transparencias de estas ilustraciones. Ponga una copia del mensaje extraterrestre en un sobre dirigido a la imaginaria Academia de Investigación de Comunicaciones Galácticas para usarse en el Día 3. Si es posible, halle una copia del poema del mexicano Octavio Paz, *Hermandad*. ¿Qué creen los estudiantes que quiere expresar el poeta?

Soy hombre: dura poco
y es enorme la noche.
Pero miro hacia arriba:
las estrellas escriben.
Sin entender comprendo:
También soy escritura
y en este mismo instante
alguien me deletrea.

© 1994 Pacific Science Center

DÍA 1

1. Empiece una discusión sobre la posibilidad de que exista vida en otras partes del Universo.
2. Divida los estudiantes en grupos de tres o cuatro. Dele a cada grupo una copia de la ilustración de la placa de Pioneer 10 y Pioneer 11. Cada grupo debe examinar la placa, haciendo una lista de lo que ellos piensan que los humanos estaban tratando de comunicar con las imágenes. Los estudiantes no deberán preocuparse de dar la respuesta correcta, pero deben tratar de hacer las mejores inferencias basadas en sus experiencias y conocimiento colectivos. Este proceso es similar al que una forma de vida distante tendría que usar si descubre la placa.
3. Pídale a cada grupo que comparta sus ideas con el resto de la clase. Lleve a cabo una discusión general para resumir las diferentes ideas.
4. Siga la discusión de los estudiantes con una descripción de lo que intentaron comunicar los autores de la placa. Este es un buen momento para enfatizar cuán difícil es expresar información cuando uno no sabe quién la va a recibir.
5. Distribuya las copias de la ilustración del mensaje de radio de Arecibo, que los humanos enviaron al espacio. Dele a los estudiantes hasta la próxima sesión de clase para analizar el mensaje por sí mismos e idear la mejor interpretación de ella. Motívelos a recibir sugerencias de los miembros de su familia.

DÍA 2

1. Pídale a los estudiantes que trabajen de nuevo en sus grupos para analizar la ilustración del mensaje de radio de Arecibo y compartan sus ideas individuales. Cada grupo deberá preparar una presentación oral de su interpretación colectiva de la ilustración.
2. Comparta las ideas de cada grupo con el resto de la clase, y dirija una discusión general para analizar las diferentes ideas.
3. En la conclusión de la discusión, comparta con los estudiantes el mensaje que los autores estaban tratando de expresar.
4. Pídale a los estudiantes que trabajen en sus grupos para inventar un mensaje que exprese características importantes de su cultura. Este puede ser un mensaje de radio como el mensaje de Arecibo, un mensaje físico como el de la placa de Pioneer 10 y 11, o una cápsula de tiempo a bordo de una nave espacial. Los estudiantes deberán tener muchas opciones posibles. Provea el resto del período de clase para trabajar en este proyecto.

DÍA 3

Nota al maestro: Sus habilidades de actuación serán usadas para que los estudiantes crean en la realidad del mensaje simulado que se usa en esta actividad. No debe darles ninguna razón para pensar lo contrario. Su meta debe ser tratar esto como un problema científico real y motivar a los estudiantes a usar sus mejores habilidades de solución de problemas.

1. Antes de que los grupos tengan la oportunidad de continuar planeando sus nuevos mensajes, dígale a la clase que la Academia de Investigación de Comunicaciones Galácticas le ha pedido a usted que analice un mensaje de radio que se acaba de recibir de lo que se piensa es una civilización inteligente distante. Indique que usted cree que a los estudiantes les gustaría intentar interpretar el mensaje. Usted comunicará lo que ellos descubran al personal de la Academia de Investigación de Comunicaciones Galácticas.
2. Explique que el mensaje es similar al que los humanos mandaron desde el radiotelescopio de Arecibo. Lo único que se sabe es que el mensaje vino de la dirección que se indica en la parte superior del mensaje. Esto da la dirección exacta a la cual está apuntando el telescopio, de manera similar a como localizamos una posición exacta en la Tierra, usando latitud y longitud.

© 1994 Pacific Science Center

3. Distribuya copias del mensaje del espacio a cada grupo de trabajo. Pídales que trabajen juntos para decodificarlo.

   Nota al maestro: Es importante enfatizar, a través de esta actividad, que nadie sabe qué información contiene el mensaje. Esto le permitirá a usted ignorar todas las peticiones para dar el significado real. Esta es la verdadera forma en que opera la ciencia. Se incluye una posible explicación para darle una idea de la serie de interpretaciones que pueden surgir.

4. Provea tiempo para analizar el mensaje. Esta actividad funciona mejor si los grupos tienen aproximadamente 30 minutos de un día para trabajar en el mensaje, y después, uno o dos días de descanso para pensar, antes de terminar su análisis.

DÍA 4

(Esto puede ser de dos a tres días después de la última sesión).

1. Pídale a los estudiantes que vuelvan a sus grupos. Durante esta sesión deben terminar de analizar el mensaje del espacio y preparar una presentación oral de su interpretación.

   Nota al maestro: A pesar de que los estudiantes seguirán preguntando por la respuesta correcta y querrán saber si el mensaje es auténtico, no les diga todavía que el mensaje es simulado.

2. Lleve a cabo una sesión de discusión para compartir las interpretaciones que desarrolló cada grupo. Discuta las diferentes ideas. Dígale a los estudiantes que han hecho el mejor trabajo posible descifrando el mensaje, y que usted les dará los resultados al personal de la Academia de Investigación de Comunicaciones Galácticas.

   Nota al maestro: Después que haya terminado todos las actividades relacionadas puede decirle a los estudiantes que se enteró que el mensaje fue una broma del personal de la Academia de Investigación de Comunicaciones Galácticas.

3. Concluya la sesión pidiéndole a los estudiantes que completen un mensaje que mandarían al espacio. Un mensaje de respuesta a los extraterrestres es una posibilidad. Algunas preguntas importantes que los estudiantes deben considerar a medida que preparan el mensaje son:

   - ¿Cuáles son los aspectos importantes de nuestra cultura que deben expresar?
   - ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de diferentes medios de comunicación (por ejemplo, bajo costo y rapidez del mensaje de radio versus una mayor variedad y la naturaleza más concreta de una cápsula de tiempo a bordo de una nave espacial)?
   - ¿Cómo hacer que los mensajes de respuesta usen la información en común entre las dos civilizaciones?

4. Pídale a cada grupo que comparta su mensaje de respuesta con el resto de la clase.

DÍA 5

1. Empiece con una discusión sobre qué han aprendido los estudiantes de las actividades previas respecto a la comunicación con seres de otra parte del Universo.
2. Enfatice el reto de decidir cómo mandar información a una cultura de la cual no sabemos nada, ni siquiera si existe.

ADICIONAL

Investigue sobre la información que los astrónomos han incluido en un disco fonográfico que se mandó en la nave espacial Voyager.

© 1994 Pacific Science Center

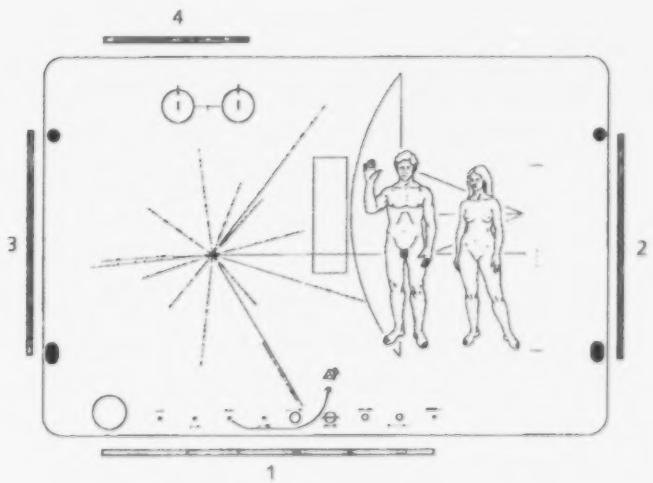
INFORMACIÓN DE FONDO

PLACA DEL PIONEER

Las naves Pioneer10 y Pioneer 11 fueron lanzadas a pricipio de los años 70 para examinar el planeta Júpiter. Después de pasar por Júpiter, las naves siguieron viajando por el espacio. Cada nave espacial lleva una placa idéntica de 22.5 por 15 cm, que contiene un mensaje para una civilización viajando por el espacio que descubra la nave espacial. (A las naves les tomaría 100,000 años para llegar a la estrella más cercana, Alpha Centauri, aunque no están viajando en esa dirección).

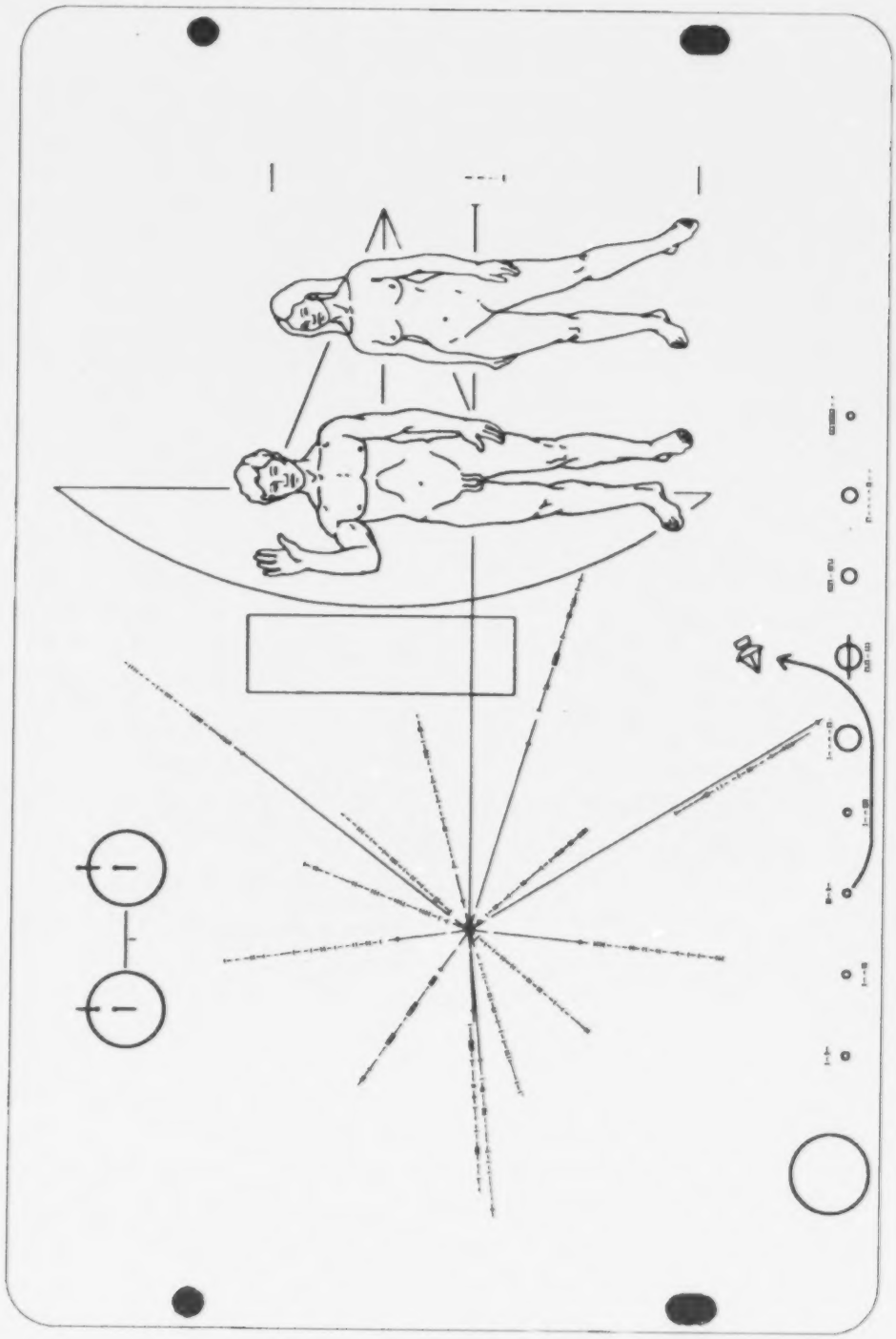
El siguiente diagrama muestra elementos claves de la placa.

1) Un dibujo esquemático de nuestro Sistema Solar, mostrando la nave espacial que viene del tercer planeta y vuela por Júpiter y Saturno. Las distancias a los planetas están presentadas en notación binaria al lado de cada planeta.
2) Humanos masculino y femenino se muestran contra la silueta de la nave espacial Pioneer. Se muestra a los humanos con un tamaño relativo apropiado a la nave espacial. El gesto de la mano del hombre representa un gesto de paz.
3) La posición de nuestro Sol, relativa a 14 pulsares y al centro de nuestra galaxia. El Sol está en el centro de las líneas, con el largo de cada línea siendo proporcional a la distancia desde el Sol. Las líneas también representan la dirección aproximada de cada pulsar desde nuestro Sol. La frecuencia con que pulsan los pulsares se da en notación binaria a lo largo de la línea de cada pulsar.
4) Vista esquemática de una molécula de hidrógeno, la cual es la sustancia más abundante en el Universo. El período de los pulsares se da en unidades basadas en la frecuencia de las ondas de radio emitidas por el hidrógeno.



© 1994 Pacific Science Center

ILUSTRACIÓN DE LA PLACA DE PIONEER 10 Y PIONEER 11



© 1994 Pacific Science Center

367
366

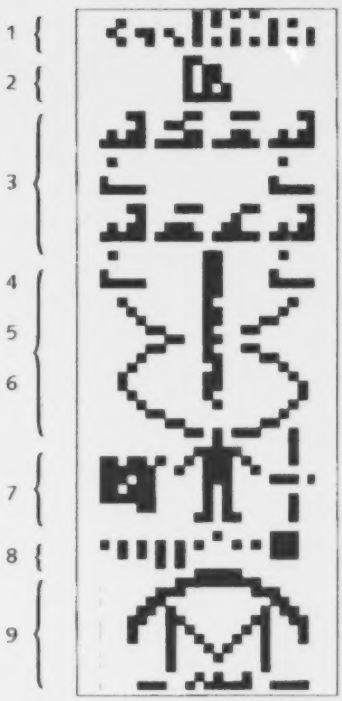
INFORMACIÓN DE FONDO

MENSAJE DE RADIO DE ARECIBO

En 1974, se transmitió un mensaje de radio desde el telescopio de Arecibo en Puerto Rico. Se envió en la dirección de un cúmulo de estrellas a 25,000 años luz de distancia. El mensaje contenía 1,679 bits de información. Se puede ver como un hilo continuo de Xs y espacios en blanco, como en el mensaje simulado usado en el día 3. Dado que 1,679 es el producto de dos números primos (73 y 23), se espera que la civilización que reciba este mensaje se dará cuenta que la información se debe ordenar en un rectángulo de 73 x 23 para reproducir la imagen que se muestra a la derecha. Esta ilustración es una repre-sentación gráfica del mensaje de radio.

Componentes claves en el mensaje son:

1) Los dígitos del 0 al 9 usando el sistema binario.
2) Los números atómicos de los elementos hidrógeno, carbono, nitrógeno, oxígeno y fósforo, los principales elementos que comparen a los seres humanos.
3) La composición de los nucleótidos y fosfatos de azúcar del ADN, dados en términos de los elementos mostrados en el componente 2.
4) El número de nucleótidos en los genes del ser humano que se muestra en el componente 5.
5) Un dibujo esquemático de un ser humano.
6) La altura de los humanos en unidades de la longitud de onda de las ondas de radio usadas para transmitir el mensaje.
7) La población humana en la Tierra en 1974.
8) Un diagrama esquemático del Sistema Solar, resaltando al tercer planeta porque está fuera de la línea.
9) El radiotelescopio mandando el mensaje, con su tamaño dado entre las líneas horizontales en el fondo del mensaje.



© 1994 Pacific Science Center

9.2, Hola allá afuera: Mensaje del espacio

MENSAJE DE RADIO DE ARECIBO

370

369

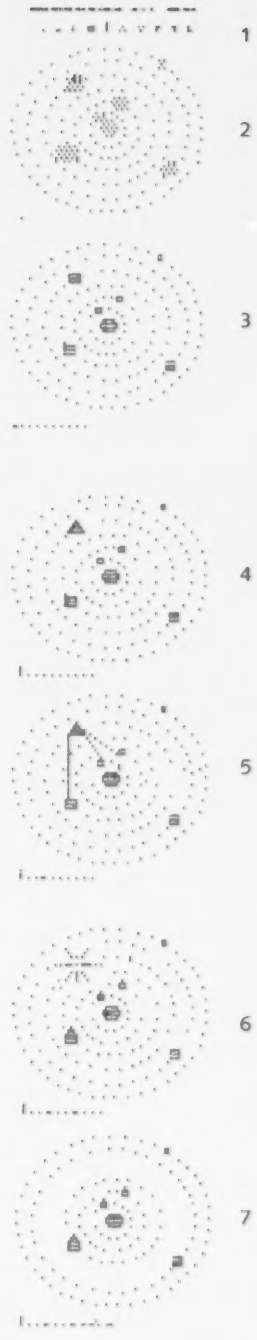
© 1994 Pacific Science Center

INFORMACIÓN DE FONDO

MENSAJE SIMULADO DEL ESPACIO

La siguiente información aparece en el mensaje simulado. Por favor, recuerde que esta actividad funciona mejor si usted no revela a los estudiantes esta información hasta después de la discusión sobre sus interpretaciones.

1) Los dígitos del 0 al 9.
2) Un dibujo esquemático que muestra la formación del sistema planetario de la civilización distante, con el tiempo cero en la parte inferior. Los planetas están difusos, indicando que todavía se están formando.
3) Un dibujo esquemático que muestra que los planetas se han formado completamente, después de un período de tiempo. Esto se indica con la información en el lado inferior izquierdo de la ilustración. Los símbolos numéricos indican 1,000,000,000 (mil millones) de unidades de tiempo. No se conoce la unidad de tiempo; pueden ser años, minutos, décadas, segundos o cualquier otra cosa.
4) Un dibujo esquemático que muestra que se ha formado vida en el cuarto planeta desde la estrella central. El período de tiempo es de 4,000,000,000 unidades de tiempo desde la primera ilustración.
5) Un dibujo esquemático que muestra que los tres planetas internos fueron colonizados. Algunos estudiantes interpretan esto como que las civilizaciones en los otros tres planetas destruyeron el cuarto planeta. Cualquier interpretación es razonable, aunque el hecho de que los tres planetas internos que aparecen en la Sección 6 han formado un triángulo, probablemente da más peso a la interpretación de la colonización. 4,001,000,000 unidades de tiempo han pasado desde el principio.
6) Un dibujo esquemático que muestra que el cuarto planeta explota 4,001,001,000 unidades de tiempo después del principio.
7) Un dibujo esquemático que muestra la situación presente, con vida en los tres planetas internos. Desapareció el cuarto planeta. Ha pasado un período de 4,001,001,053 unidades de tiempo desde el principio.
8) Dibujo sistemático de nuestro Sistema Solar. Note que los tamaños relativos de los planetas se muestran correctamente y que Saturno tiene anillos. El sistema de numeración del 0 al 9 se muestra debajo de los planetas.
9) Una línea desde nuestro Sol a la Tierra, con el número 1 en el centro de la línea, muestra que la civilización distante está usando esta distancia para definir distancia y tiempo. La distancia es 150 millones de kilómetros, y el tiempo en que la luz viaja esta distancia es de aproximadamente ocho minutos. Esta información se puede usar para proveer unidades para los tiempos expresados

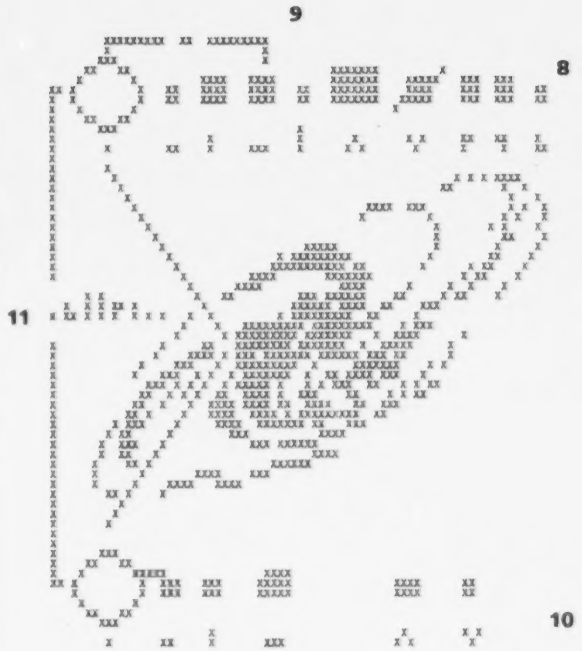


© 1994 Pacific Science Center

en la secciones previas, y para obtener la distancia al sistema planetario que se muestra en la Sección 11.

10) Un dibujo esquemático del sistema planetario de la civilización distante. El sistema de numeración se repite debajo de cada planeta. Note que falta el cuarto planeta. La línea corta entre la estrella y el primer planeta indica que el mensaje viene de ese planeta.

11) Un dibujo esquemático de la Vía Láctea, con líneas que muestran la posición relativa de los dos sistemas planetarios. El número 19,447,200 que aparece en medio de la línea vertical representa la distancia, en unidades astronómicas, entre los dos sistemas planetarios. Esto es igual a casi 3.2 millones de billones de kilómetros (3,200,000,000,000,000), o 340 años-luz. (Una unidad astronómica es la distancia de la Tierra al Sol, 150 millones de kilómetros).



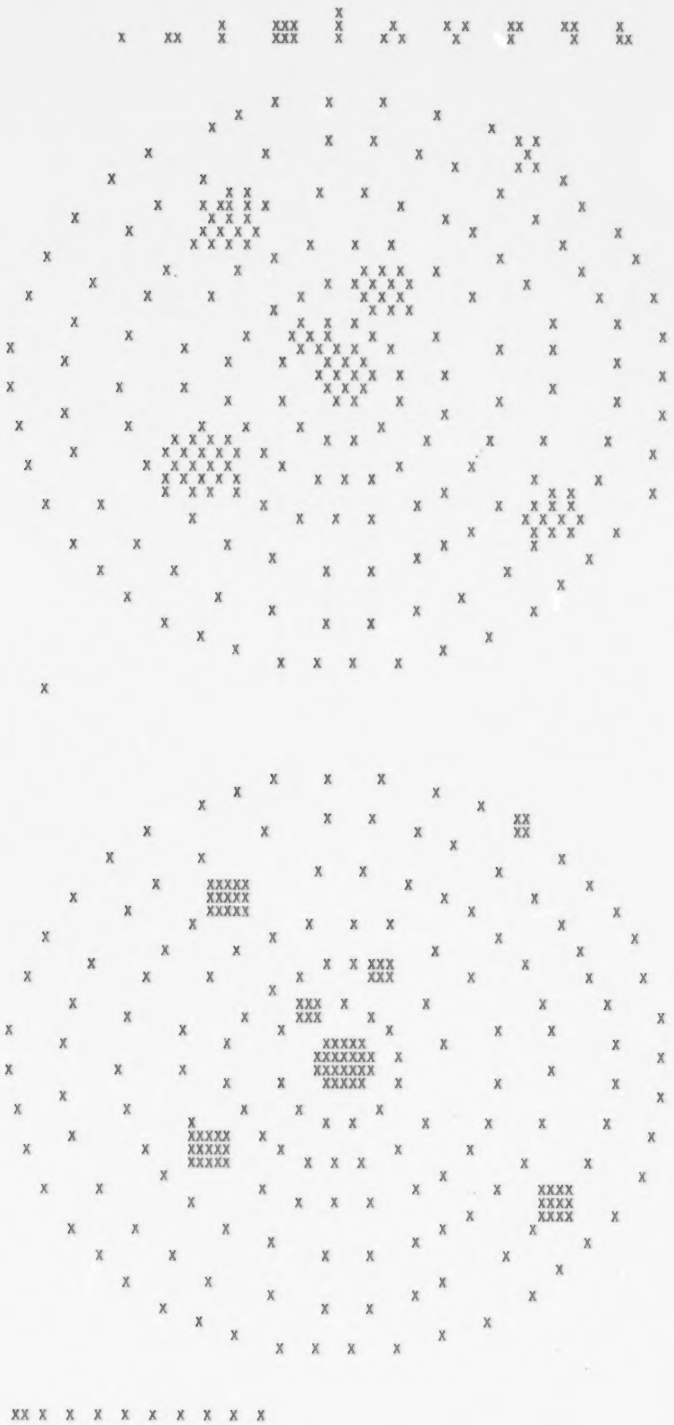
Un mensaje simulado del espacio del Pacific Science Center Astronomy Education Curriculum Project; financiando en parte por University of Washington, NASA Space Grant Program

Las próximas cuatro páginas de imágenes del mensaje simulado tienen derechos reservados © 1976, 1992, por The Regents of the University of California. Reimpreso con el permiso del Lawrence Hall of Science.

© 1994 Pacific Science Center

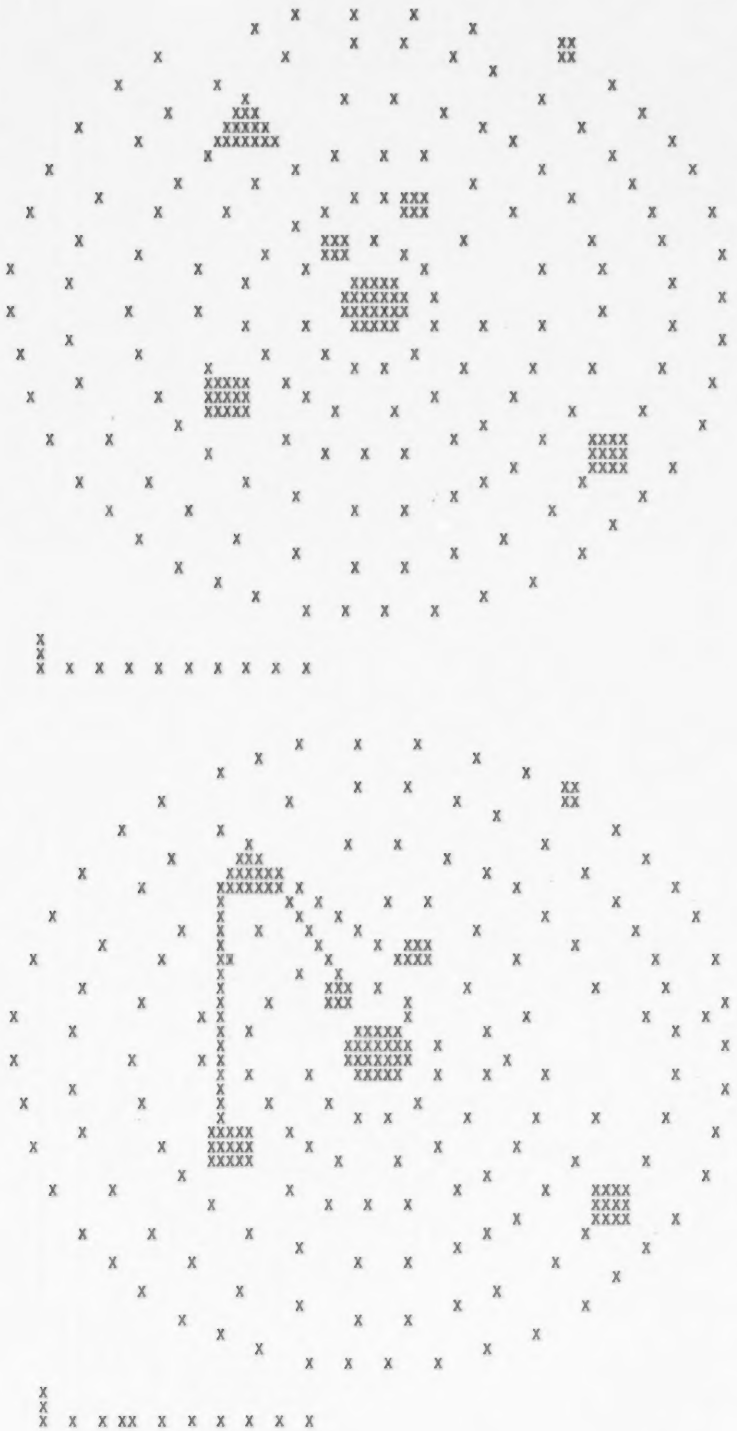
9.2, Hola allá afuera: Mensaje del espacio

MENSAJE RECIBIDO DE LA DIRECCIÓN 15H 21.1M +30DEG 28MIN



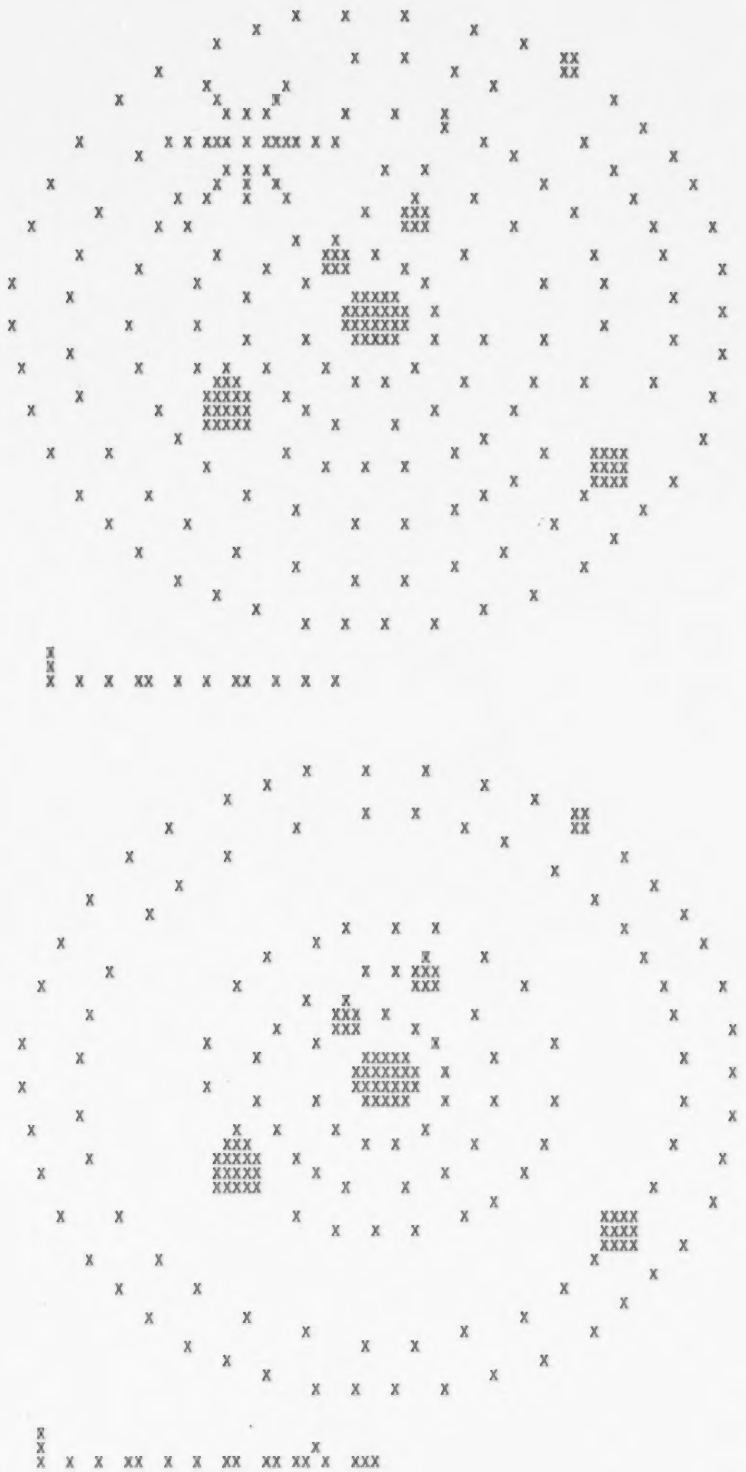
© 1976, 1992, por The Regents of the University of California

9.2, Hola allá afuera: Mensaje del espacio



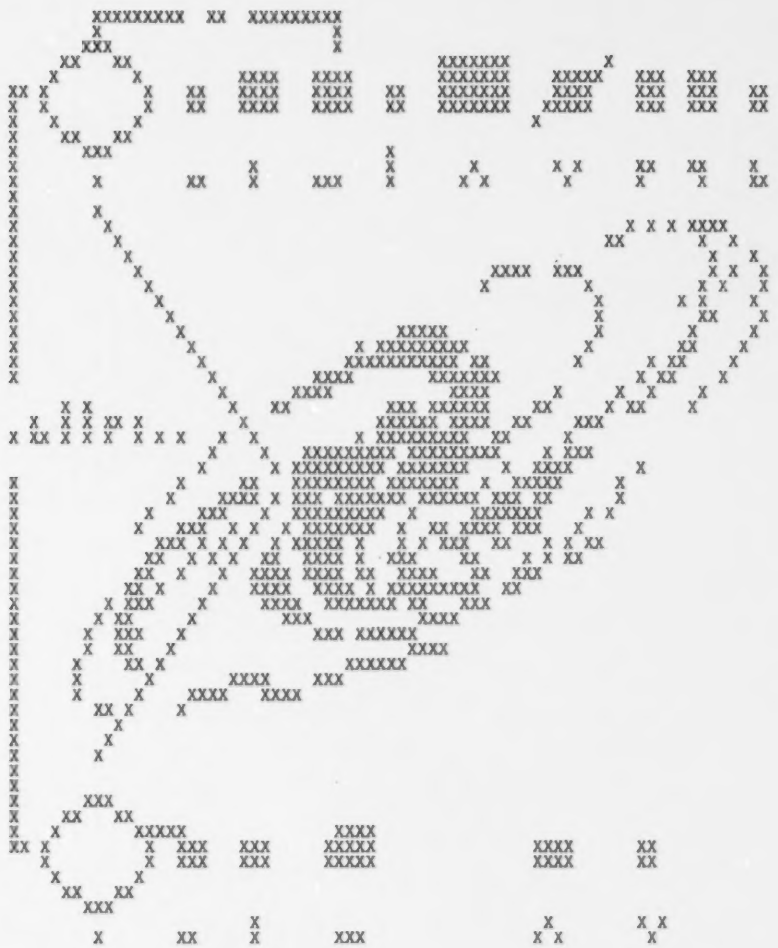
© 1976, 1992, por The Regents of the University of California

9.2, Hola allá afuera: Mensaje del espacio



© 1976, 1992, por The Regents of the University of California

9.2, Hola allá afuera: Mensaje del espacio



© 1976, 1992, por The Regents of the University of California

INVENTA UN EXTRATERRESTRE

ACTIVIDAD 9.3

EDADES: 8-18

Fuente: Reimpreso con el permiso de *Astro Adventures*, por Dennis Schatz y Doug Cooper. Derechos de Autor ©1994 por Pacific Science Center. No está permitida ninguna reproducción de cualquier tipo sin el permiso por escrito de Pacific Science Center. Ordene Astro Adventures de *Arches Gift Shop, Pacific Science Center*, 200 Second Ave. N., Seattle, WA 98109-4895, U.S.A.; Tel: (206) 443-2001.

¿De qué trata esta actividad?

Una manera de imaginar cómo podrían vivir y trabajar los humanos en otro planeta o en una luna, consiste en pedir a los estudiantes que inventen una forma de vida extraterrestre adaptada a un mundo particular. Esta actividad es una de las muchas de Dennis Schatz que han tenido gran éxito. Atrae la imaginación y el espíritu de los estudiantes mientras les enseña acerca de las condiciones de otros planetas.

¿Qué harán los estudiantes?

Poniendo en práctica sus conocimientos sobre el ambiente de otros planetas, los estudiantes crearán una forma de vida extraterrestre adaptada a la temperatura, gravedad, terreno, exposición de radiación, composición y atmósfera de una luna o planeta conocido (o desconocido). Describirán el extraterrestre a sus compañeros a través de reportes orales, escritos, arte y/o modelos.

Consejos y sugerencias

- Esta actividad funciona muy bien cuando los estudiantes ya han aprendido las características de los planetas y constituye un buen proyecto final.
- También puede ser realizada como una introducción divertida a los planetas y utilizada después para revisar ideas preconcebidas. Se puede extender fácilmente a tareas de escritura creativa y trabajos artísticos.
- Tal como la actividad lo sugiere, es útil enfocar la atención de los estudiantes hacia las características que necesitaría un extraterrestre, antes de comenzar el modelo. Haga que los estudiantes diseñen un plan para su criatura o que la describan por escrito antes de construirla.
- Para estudiantes mayores, haga este ejercicio como actividad de grupo para motivar la solución colectiva de problemas.
- Haga que los estudiantes "presenten" sus criaturas a estudiantes más jóvenes.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Exobiología	Imaginación	Sistemas e interacciones
Propiedades de los planetas, satélites y estrellas	Descripción	Modelos y simulaciones
	Razonamiento	
	Explicación	

INVENTA UN EXTRATERRESTRE

por Dennis Schatz y Doug Cooper
Pacific Science Center

La *Actividad 1* proporciona a los estudiantes una idea sobre cómo usan los astrónomos las observaciones de la Tierra para obtener información acerca de otros planetas. En la *Actividad 2*, los estudiantes investigarán y aprenderán acerca de los planetas usando el lenguaje y técnicas artísticas. La precisión científica de sus seres extraterrestres no es tan importante como los procesos de razonamiento involucrados en la construcción.

CONCEPTO

Los seres vivos requieren adaptaciones específicas para mantenerse con vida en su medio ambiente.

OBJETIVOS

Los estudiantes:

- desarrollarán una comprensión profunda de un planeta en nuestro Sistema Solar, así como una visión general de todos los planetas
- usarán los recursos de la biblioteca
- construirán un modelo de un ser extraterrestre que pudiera existir en otro planeta de nuestro Sistema Solar
- usarán técnicas de pensamiento divergentes y creatividad

MATERIALES

- Materiales de investigación
- Objetos comunes encontrados en el hogar
- Papel y lápiz
- Caja o bolsa pequeña
- Letreros con los nombres de los planetas

PROCEDIMIENTO

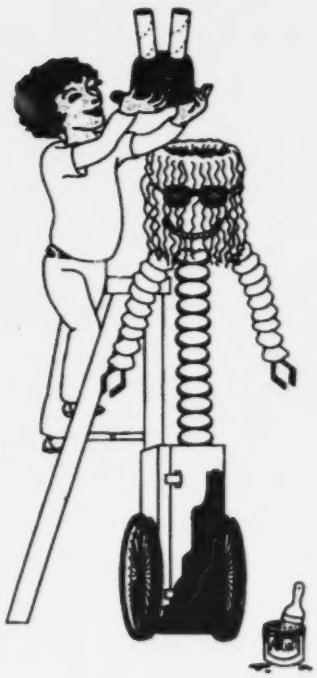
Preparación por adelantado:

Escriba el nombre de cada planeta (con excepción de la Tierra) en un pedazo de papel diferente. Es conveniente tener más de un letrero para cada planeta para que los estudiantes vean que puede haber diferentes soluciones a un mismo problema. Ponga los letreros de papel en una caja o bolsa.

Informe a los bibliotecarios que los estudiantes estarán realizando una investigación acerca de los planetas en el Sistema Solar. Es posible que los bibliotecarios tengan otros materiales, además de libros, que los estudiantes puedan usar para su investigación — cuanto más reciente sea la publicación, más actualizada será la información.

1. Haga que cada estudiante seleccione un letrero de la caja o bolsa que los contiene. Los estudiantes no deberán revelar a los otros miembros de la clase la "palabra" que han seleccionado de la caja o bolsa.
2. Informe a los estudiantes que su objetivo es construir un modelo de una criatura que pueda vivir en el mundo que han seleccionado. Estos deberán ser modelos tridimensionales hechos con cualquier material que puedan encontrar en el hogar. Dé una semana o 10 días a los estudiantes para que terminen la tarea. Pídales también que escriban una descripción de una página de su ser extraterrestre, explicando por qué tiene las caracteríticas que han elegido, sin revelar el nombre del planeta.

© 1994 Pacific Science Center



3. Discuta algunos de los requisitos para que un "ser" exista en un mundo dado. Ayude a los estudiantes a pensar en una lista de necesidades que el ser requiere para su supervivencia. Estas pueden incluir:

   una manera de obtener alimento

   una manera de moverse

   una manera de respirar

   una manera de reproducirse

   una manera de mantener la temperatura corporal adecuada

   otras maneras de sentir sus alrededores (equivalente a nuestros cinco sentidos)

   otras sugerencias que puedan tener, tales como las consecuencias de una fuerza de la gravedad mucho mayor o menor que la que nosotros experimentamos

   Nota para los maestros:

   Quizá sea bueno repetir esta discusión después de que los estudiantes hayan investigado la naturaleza de sus mundos, pero antes de que empiecen a construir sus seres extraterrestres.

   Esta actividad requerirá que los estudiantes usen los recursos de la biblioteca de su escuela y la de la comunidad, para determinar las características de los planetas. De ser posible, usted deberá examinar qué referencias tiene la biblioteca de su área. Pueden ser buenas referencias:

   enciclopedias (de preferencia no más antiguas que tres años)

   Odyssey Magazine

   National Geographic

   Astronomy Magazine

4. En el día que los seres extrarrestres deberán estar listos, haga que los estudiantes exhiban sus modelos a lo largo de las paredes del aula con una descripción de sus seres delante de ellos. Recuerde a los estudiantes que sus descripciones no deben nombrar el planeta de su criatura.

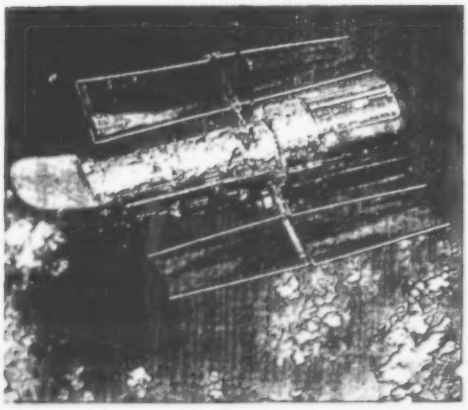
5. Dé la oportunidad a los estudiantes de examinar los seres extrarrestres de los otros. Haga que intenten determinar de qué planeta creen que proviene cada ser. Esta parte de la actividad también puede ser realizada como una presentación oral.

6. Después que los seres extrarrestres hayan sido revisados y sus hogares sean revelados, haga que los estudiantes hablen de las dificultades que tuvieron en diseñar vida para otros mundos. Discuta con ellos las razones por las cuales nuestras sondas espaciales no han encontrado evidencia de vida en otra parte del Sistema Solar.

© 1994 Pacific Science Center

Sección 10

Instrumentos del astrónomo



INFORMACIÓN DE FONDO: INSTRUMENTOS DEL ASTRÓNOMO

Durante miles de años, el ojo humano fue el único instrumento usado para observar el cielo. Cuando en 1609 Galileo apuntó su primitivo telescopio hacia el firmamento, vió cosas maravillosas — cráteres en la Luna, manchas oscuras en la superficie del Sol, pequeñas lunas en órbita alrededor de Júpiter — que jamás habían sido observadas. Desde entonces, los astrónomos han desarrollado telescopios cada vez más potentes para estudiar los planetas, estrellas y galaxias que forman parte de nuestro Universo. Algunos telescopios recolectan y enfocan luz usando una lente de vidrio, a través de la cual pasa la luz (telescopios de refracción), mientras que otros usan espejos que reflejan y enfocan la luz (telescopios de reflexión).

En ambos casos el área de la lente o del espejo es el factor crucial para determinar cuánta luz puede ser recolectada por un telescopio; entre más luz sea recolectada, más débiles son los objetos que se pueden ver. ¿Qué recolecta más agua durante la lluvia, un balde pequeño o uno grande? De igual forma, la luz de planetas, estrellas y galaxias está constantemente "lloviendo" hacia la Tierra, y los telescopios grandes, actuando como "baldes de luz," reunirán más luz que los de menor tamaño.

¿Existe un límite para el tamaño de las lentes que se pueden fabricar. En el proceso de fabricación de lentes muy grandes se generan imperfecciones en el material que los hacen inservibles para la astronomía. El telescopio de refracción más grande del mundo, en el Observatorio Yerkes en Wisconsin, tiene una lente de 1 metro de diámetro. Los telescopios de reflexión no están tan limitados por las imperfecciones del vidrio, ya que la luz es reflejada por un recubrimiento de aluminio que es aplicado sobre la superficie curva del vidrio y, por lo tanto, lo único que importa es la calidad de la superficie. Durante mucho tiempo, los telescopios de reflexión más grandes del mundo fueron el del Observatorio Palomar en el sur de California, EEUU (5 metros de diámetro, construído en los cuarentas) y el Observatorio Astrofísico Especial de la Academia Rusa de Ciencias, en el Cáucaso ruso (6 metros de diámetro, construído en los sesentas). La construcción de espejos mayores requería tanto vidrio que los espejos se deformaban bajo su propio peso y no podían ser usados para la astronomía.

Nuevas tecnologías desarrolladas en los ochentas han creado una explosión de espejos más grandes. Algunos de estos usan un diseño de segmentos, en el cual un número de espejos más pequeños son colocados uno junto al otro, actuando como un solo espejo de mayor tamaño. El telescopio Keck en Hawaii es el mejor ejemplo, con 36 espejos de forma hexagonal, cada uno midiendo un metro de lado a lado, los cuales encajan entre sí como las baldosas de un cuarto de baño. Con la ayuda de un mecanismo controlado por computador para mantener su forma, estos segmentos actúan como un solo espejo de 10 metros de lado a lado, haciéndolo el telescopio

más grande usado en la actualidad. Otras técnicas nuevas involucran maneras innovadoras de disminuir la cantidad de vidrio usado en espejos de gran tamaño. Varios telescopios nuevos, algunos de 8 metros de diámetro, están siendo construídos con estas técnicas nuevas.

Estos telescopios recolectan y enfocan lo que se conoce como luz visible. Pero existe una gran variedad de otros tipos de luz (invisible para nuestros ojos) emitida por objetos en el Universo. El nombre general de todos los tipos de luz es radiación electromagnética. Los astrónomos, en lugar de hablar de cada distinto tipo de luz, prefieren referirse a "luz con distintas longitudes de onda". Imagínese una onda en la superficie de un estanque. Tiene crestas y valles donde el agua está más alta y más baja, respectivamente, con respecto a la altura del agua no perturbada. La distancia entre crestas es la longitud de onda. Todo el patrón de crestas y valles se mueve a través del agua con una velocidad definida. Un pescador parado a la orilla del estanque ve el flotador de su caña subir y bajar conforme las crestas y los valles pasan. El número de crestas que pasan por el flotador cada segundo es llamado la frequencia de la onda.

Las ondas electromagnéticas son similares a las ondas en el agua. Ambas pueden tener cualquier número de ondas; las ondas electromagnéticas con longitudes de onda más cortas (un trillonésimo de metro) son llamadas rayos gamma, aquellas con las más largas (que van de milímetros a cientos de metros) son ondas de radio. La luz visible está más o menos a la mitad, con una longitud de onda promedio de cinco diez-milésimas partes de un milímetro. Se podrían poner 50 ondas de luz visible una tras otra a través del grosor de una bolsa de plástico común. Mientras que la longitud de onda y la frequencia son diferentes para distintas ondas, la velocidad con la cual cada onda viaja en el vacío (llamada la velocidad de la luz) es la misma, 300,000 kilómetros por segundo.

Los astrónomos han construído una asombrosa red de telescopios para observar todas las distintas longitudes de onda emitidas por objetos celestes. Partes de la radiación electromagnética, como la luz visible y las ondas de radio, pueden ser vistas por telescopios en la superficie terrestre; otras, como los rayos X y la luz ultravioleta, son absorbidas por nuestra atmósfera y sólo pueden ser observadas desde el espacio. Otro gran problema para todos los telescopios en la superficie terrestre es la interferencia de fuentes artificiales de luz. Por ejemplo, el brillo de las luces de una ciudad cerca del telescopio puede hacer difícil la observación de objetos débiles. Además, nuestra atmósfera degrada la calidad de las imágenes en luz visible, dándoles un aspecto "borroso". Para evitar ambos problemas, los observatorios tienden a ser construídos en las cimas de montañas remotas, lejos de ciudades y lo suficientemente altos para disminuir los efectos de distorsión de las imágenes causados por la atmósfera terrestre.

Por tener longitudes de onda más largas, las ondas de radio no son afectadas por la atmósfera de la Tierra, pero todo lo que va desde teléfonos celulares a radios y hasta aparatos eléctricos puede interferir con la detección de las débiles señales de radio provenientes del espacio. Los telescopios en el espacio no tienen ninguno de estos problemas, aunque es difícil y costoso lanzarlos, mantenerlos y operarlos. Y si algo deja de funcionar, no se puede simplemente caminar hacia el telescopio y componerlo. Durante los años, los astrónomos han estudiado el cielo en cada una de las regiones de longitud de onda, algunas con mayor detalle que otras. Lo que hemos aprendido acerca de las estrellas, galaxias y el Universo como un todo, es mucho más de lo que sabríamos si sólo hubieramos observado el cielo en luz visible.

Los astrónomos usan los telescopios de varias maneras. Una de ellas es tomar imágenes del cielo, anotando el brillo o posición de objetos celestes, buscando cambios con el tiempo o diferencias entre objetos. Originalmente, los astrónomos sólo hacían dibujos de lo que veían a través del telescopio. Después pusieron cámaras en sus telescopios; el poder tomar fotografías de mayor tiempo de exposición, significó que más luz podía ser recolectada y que objetos más débiles podían ser observados. Hoy en día, los detectores electrónicos, llamados CCDs, han reemplazado a las cámaras fotográficas. Estos nueyos detectores, similares a los de las cámaras de fotografía digital, pero más sofisticados, pueden recolectar más luz por segundo que las placas fotográficas, creando

imágenes más detalladas de objetos aún más débiles. Además, las imágenes electrónicas son almacenadas como datos digitales, los cuales pueden estar listos para ser "procesados" y amplificados, usando computadores para proporcionar aún más detalle.

La luz de los objetos celestes contiene una sorprendente cantidad de información acerca de la fuente que la emitió. La luz blanca en la Tierra se separa en sus componentes de "color" cuando pasa a través de un prisma o de las gotas de lluvia. De manera similar, la luz de un objeto celeste, como una estrella, puede ser separada de acuerdo a la longitud de onda. Estudiando cuánta luz hay en cada longitud de onda de la luz que viene de la estrella, los astrónomos pueden saber de qué átomos y moléculas está compuesta la estrella. Esto es porque cada átomo y molécula absorbe o emite luz sólo a ciertas longitudes de onda. El patrón de longitudes de onda que son absorbidas o emitidas es como una huella digital, la cual identifica a cada átomo o molécula de manera única entre todos los átomos y moléculas. Por ejemplo, si se ve algo a una longitud de onda que corresponde a hidrógeno, se sabe que el hidrógeno tiene que estar presente en la estrella. El análisis cuidadoso de estas "huellas" en la luz de objetos celestes (llamado espectroscopía) puede decir a los astrónomos cuál es su temperatura, que tan rápido están rotando y si se están moviendo a través del espacio.

Casi todos los detalles que conocemos acerca de los planetas, lunas, estrellas y galaxias en el cielo nocturno los hemos aprendido usando telescopios. Pero el realizar observaciones es sólo una parte del proceso. Los astrónomos comparan sus observaciones con las predicciones basadas en modelos o teorías de lo que una estrella o galaxia es y de cómo cambia con el tiempo. Estos modelos pueden llegar a ser bastante complicados, requiriendo de los computadores más sofisticados. Si la observación coincide con una predicción, tiende a apoyar a la teoría. Si no coincide, los astrónomos tienen que dar unos pasos hacia atrás y ver qué es lo que está mal con la teoría que formuló una predicción incorrecta. Además, una predicción teórica siempre inspirará a que los astrónomos realicen nuevas y más sofisticadas observaciones, esperando confirmar o refutar la teoría o modelo. La astronomía avanza a través de esta constante interacción entre observaciones y teorías.

De cierta forma, es realmente sorprendente que sepamos tanto acerca de los objetos celestes, considerando que no podemos tocar estrellas ni galaxias. No podemos perforarlas y ver qué pasa, o agarrarlas y verlas desde distintos ángulos. Sin embargo, con grandes telescopios, computadores sofisticados y detectores sensibles, hemos aprendido una sorprendente cantidad de cosas acerca del Universo.

ESPECTROSCOPIOS Y ESPECTRÓMETROS

ACTIVIDAD 10.1

EDADES: 9-15

Fuente: Reimpreso con el permiso de *PASS (Planetarium Activities for Student Success), Vol. 8 Colors ans Space.* Producido por el *Astronomy Education Program* del Lawrence Hall of Science, University of California, Berkeley. © 1993 por The Regents of the University of California. Disponible a través del catálogo *Eureka!*, Lawrence Hall of Science, University of California, Berkeley, CA 94720-5200, U.S.A; Tel: (510) 642-1016.

¿De qué trata esta actividad?

¿Cómo sabemos realmente de qué está hecho el espacio entre las estrellas? ¿O que las estrellas contienen hidrógeno? ¿O que el Universo se está expandiendo? Una parte vital de la respuesta a todas estas preguntas son los espectros. La espectroscopía es un elemento clave en la astronomía moderna, y entender cómo se aplica es una parte crítica del aprendizaje de nuestros estudiantes.

Se incluyen dos series de actividades — una para estudiantes menores, y un experimento avanzado para estudiantes mayores. Estas actividades se parecen en que en ambas los estudiantes investigan los espectros producidos por tubos de descarga de gas (emisión).

¿Qué harán los estudiantes?

En la versión para niños menores, los estudiantes observan los patrones, los colores, y las diferencias de los espectros de cinco gases comunes. Si los tubos de descarga de gas no están disponibles, los estudiantes pueden examinar las fuentes de luz común usando rejillas de difracción. Hasta una luz fluorescente se puede usar para detectar un espectro de emisión.

En la versión avanzada, los estudiantes hacen un espectrómetro que funciona y pueden medir la longitud de onda de las líneas espectrales. Los estudiantes escribirán los colores, el patrón, y las longitudes de onda de las líneas de los tubos de descarga de gas y las fuentes de luz común.

Consejos y sugerencias

- El espectrómetro plástico de *Project STAR* (disponible en el catálogo educativo de la *Astronomical Society of the Pacific* en Learning Technologies) es un recurso excelente y económico para la versión avanzada de este experimento. El instrumento incluye escalas calibradas de longitud de onda con una rejilla de difracción en un cuerpo plástico sellado.
- Para estudiantes avanzados, asocie las posiciones de las líneas espectrales con el efecto Doppler y relacione los espectros a las actividades de estrellas binarias, la Ley de Hubble, cuasares y la expansión del Universo.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Gases	Observar sistemáticamente	Energía
Átomos	Comparar	Estructura
Electrones	Ordenar	Materia
Energía electromagnética	Comunicar	Pautas de cambio

ESPECTROSCOPIOS Y ESPECTRÓMETROS

En esta actividad, los estudiantes construirán espectroscopios simples con los que pueden analizar cuantitativamente los espectros de emisión de elementos y compuestos.

OBJETIVOS

La versión elemental es mejor usarla con niños menores (7-11 años de edad), mientras que la versión avanzada es más apropiada para niños mayores (11-14 años de edad). En esta actividad, los estudiantes podrán:

1. Construir un espectroscopio.
2. Registrar las líneas espectrales de espectros de emisión de elementos.
3. Distinguir elementos y compuestos examinando sus espectros de emisión.

VERSIÓN ELEMENTAL

MATERIALES

Para cada estudiante:

- 1 cuadrado de rejilla de difracción (2.5 cm)
- 1 tubo de cartulina, aproximadamente 5 cm de diámetro x 10 cm de largo
- 2 cuadrados de cartón, con lados de aproximadamente 6 cm
- 1 rollo de cinta adhesiva transparente
- 1 caja de crayones que tenga los colores rojo, anaranjado, amarillo, azul, púrpura
- 1 hoja de trabajo de espectros (hoja maestra en la página 10)
- 1 par de tijeras
- 1 lápiz

Para la clase:

- 1 bombilla o foco (idealmente, tubular, transparente) y rosca

Opcional:

- 1 fuente de energía para el tubo de espectro
- 1 tubo de espectro para cada uno de estos gases: hidrógeno, mercurio, helio, agua, neón

Aun si usted no tiene acceso a los tubos de espectro y a una fuente de energía, esta actividad se puede llevar a cabo haciendo que los estudiantes construyan sus propios espectroscopios, observando varias fuentes de luz, y comparándolas con fotografías de espectros de estos elementos como se muestra en la parte superior de la página 7.

© 1993 por The Regents of the University of California

ANTES DE LA CLASE

1. Perfore un agujero de 1 1/2 cm en el centro de la mitad de los cuadrados de cartón. Se perfora más fácilmente cuando se usa una máquina para perforar o estibando los cuadrados entre dos pedazos de madera.
2. Reúna todos los demás materiales. Para cada estudiante, haga una copia de la hoja de trabajo.

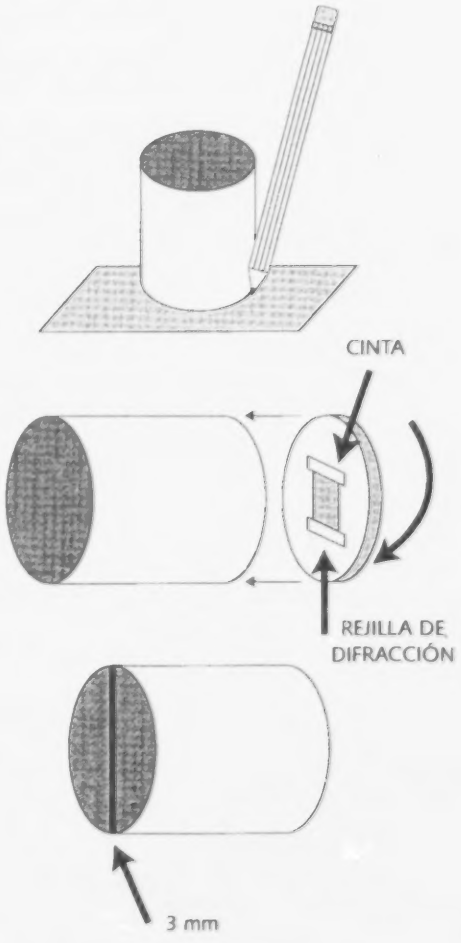
EN CLASE

1. Uno de los instrumentos más importantes del astrónomo es un espectroscopio que descompone la luz en varios colores. Con los espectroscopios, los astrónomos pueden decir de qué están hechas las estrellas y los cometas, y qué hay en la atmósfera de un planeta sin tener que ir a recoger las muestras. Obtener muestras, especialmente de estrellas, es imposible. Para ver cómo funciona el espectroscopio, cada estudiante hará su propio espectroscopio simple.
2. Haciendo el espectroscopio (Para cada paso, haga una demostración antes de distribuir los materiales).
   (i) Usando el tubo de cartulina como guía, dibuje el contorno de un círculo en el centro del cuadrado con el agujero.
   (ii) Con las tijeras, recorte el círculo.
   (iii) Pegue el cuadrado de la rejilla de difracción sobre el agujero, sin cubrir el agujero con la cinta adhesiva. Adviértale a sus estudiantes que manejen el cuadrado de la rejilla de difracción por las orillas y que no lo ensucien con sus huellas digitales.
   (iv) Pegue el resultado del paso (iii) en un extremo del tubo de cartulina.

OPCIONAL

(v) Dibuje el contorno del círculo del tubo en el segundo cuadrado de cartón, como en el paso (i), pero sin el agujero en el centro.

(vi) Recorte el disco, y recorte el disco por la mitad.



© 1993 por The Regents of the University of California

(vii) Pegue las mitades del disco en el extremo del tubo, opuesto a la rejilla de difracción para que haya una abertura de aproximadamente 3 mm entre las mitades. Pegue las mitades de los discos formando una abertura perpendicular a la dirección de las bandas de colores.

Encienda la bombilla tubular transparente brillante en el centro del salón.

¿Qué ves cuando miras a través de tu espectroscopio?

(Los colores del arcoiris)

Asegúrese de que los estudiantes sostienen los extremos de la rejilla de difracción cerca de sus ojos. Verifique con cada estudiante que realmente ven los colores del arcoiris. Dígale a los estudiantes que la mejor forma de ver los colores es girar el espectroscopio hasta que vean una banda ancha de colores a los lados.

¿Qué color está más cerca a la luz? (Púrpura) ¿Qué color está al lado de ese? (Azul) ¿Cuál es el siguiente? (Verde) ¿El siguiente? (Amarillo) ¿El siguiente? (Anaranjado) ¿Y por último? (Rojo)

Dígale a la clase que los colores de un arcoiris siempre están en el orden que vemos aquí. Sugiera que lo observen la próxima vez que vean el arcoiris en el cielo. Pídale a la clase completa que repita los colores del arcoiris como los ven en el orden desde el púrpura hasta el rojo. Sólo para variar, pídale a la clase que diga los colores hacia atrás (del rojo al púrpura).

Un filamento de metal (usualmente tungsteno) es el que produce la luz dentro de la bombilla. Dado que las estrellas están hechas de gases, estamos interesados en ver brillar los gases.

OPCIONAL:
MUESTRE EL TUBO DE ESPECTRO (HIDRÓGENO)

En ese tubo hay un gas llamado hidrógeno , comúnmente hallado en las estrellas. Se puede hacer brillar el tubo usando una fuente de energía y rosca para una bombilla de 10,000 vatios. Sostengan sus espectroscopios para que los colores se separen a los lados.

Vuelva a encender la luz blanca brillante para que ellos ajusten la manera en que sostenien sus espectroscopios. Apague la luz blanca y encienda el tubo de hidrógeno.

¿Cuán diferente es esta luz de la luz blanca? (Hay sólo algunas líneas delgadas de color) ¿Cuál es la línea de color más brillante? (Roja) ¿De qué colores son las dos líneas próximas más brillantes? (Turquesa y púrpura)

Ahora distribuya los crayones y las hojas de trabajo y pídale a sus estudiantes que coloreen lo que ven como el espectro de hidrógeno. Enséñles cómo escribir hidrógeno en la raya al lado de "ELEMENTO 1". Muestre los tubos de espectro de helio, neón y mercurio y en cada caso, pregunte cuáles son las líneas más prominentes y pida que las coloreen en sus hojas de trabajo.

© 1993 por The Regents of the University of California

Cada gas tiene una "firma" diferente de colores. Esta es la forma en que los astrónomos pueden decir qué gases hay en la atmósfera de una estrella, un cometa o un planeta con sólo mirar a la luz a través de un espectroscopio. Usted puede ver espectros interesantes con sus espectroscopios si trata de mirar las lámparas de la calle, las luces de neón en las tiendas y otras fuentes de luz brillante. Nunca mire directamente al Sol. [El Sol despliega un arcoiris brillante a través del espectroscopio, pero uno tiene que tener cuidado de inclinar el tubo a un lado y mirar sólo al lado más lejos del Sol para no mirarlo directamente a través del extremo del tubo]. Una forma segura de observar el espectro del Sol es dejar que la luz brille a través del espectroscopio en un pedazo de papel blanco o cartulina. Puede observar un espectro excelente en el mismo papel sin tener que mirar directamente al Sol.

Tarea: usa tu espectroscopio, crayones, y papel para dibujar los espectros de (1) la luz de la calle, (2) un letrero en un restaurante, (3) una luz fluorescente. ¿Puedes identificar los elementos en los espectros que has dibujado?

© 1993 por The Regents of the University of California

DIBUJANDO ESPECTROS

NOMBRE: _____ FECHA: _____

ROJO	ANARANJADO	AMARILLO	VERDE	AZUL	VIOLETA

ELEMENTO 1: _____

ROJO	ANARANJADO	AMARILLO	VERDE	AZUL	VIOLETA

ELEMENTO 2: _____

ROJO	ANARANJADO	AMARILLO	VERDE	AZUL	VIOLETA

ELEMENTO 3: _____

ROJO	ANARANJADO	AMARILLO	VERDE	AZUL	VIOLETA

ELEMENTO 4: _____

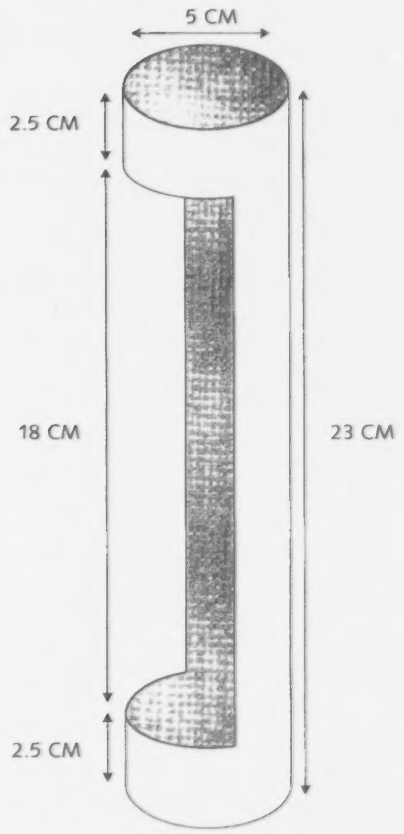
ROJO	ANARANJADO	AMARILLO	VERDE	AZUL	VIOLETA

ELEMENTO 5: _____

ROJO	ANARANJADO	AMARILLO	VERDE	AZUL	VIOLETA

ELEMENTO 6: _____

© 1993 por The Regents of the University of California



VERSIÓN AVANZADA: CÓMO CONSTRUIR Y USAR UN ESPECTRÓMETRO

MATERIALES

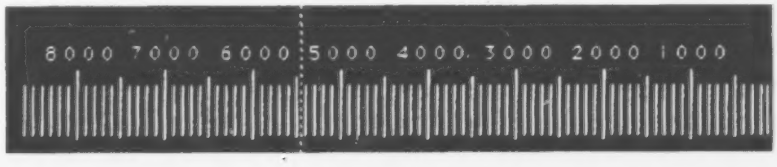
Para cada estudiante:

- un cartón de color oscuro de 30 x 40 cm
- un tubo de cartulina de 23 cm de largo, 5 cm de ancho en el exterior
- un tubo de cartulina de 5 cm de largo y 5 cm de ancho en el interior
- un disco de cartulina de 6 cm con un agujero de 5 mm en el centro
- un cuadrado de rejilla de difracción* de 2 cm (5300 surcos/cm; no holográfico)
- cinta adhesiva
- cinta adhesiva opaca (no pasa ninguna luz a través de ella)
- tijeras y/o cuchilla afilada (sea cuidadoso)
- escala de longitud de onda (fotocopie las escalas de la página 17)
- un par de hojas con patrones (hojas maestras en las páginas 18-19)

PREPARACIÓN

Fotocopie las escalas. Haga un patrón para el cuerpo del espectrómetro fotocopiando las dos piezas en las páginas 18-19, recortándolas, y pegándolas juntas, haciendo que las cabezas de las flechas coincidan exactamente. Recorte los tubos de cartulina de los largos apropiados. Recorte los discos de cartulina y, con un perforador, perfore agujeros en los centros. El tubo de 23 cm debe ser recortado, quitanto la mitad de este solamente en los 18 cm centrales, tal que ambos extremos queden intactos.

*Disponible en compañías especializadas en instrumentos científicos, tales como Edmund Scientific Co., E. Gloucester Pike, Barrington, NJ; Frey Scientific, 905 Hickory Lane, Mansfield, OH 44905, U.S.A., Tel: (800) 225-3739; Science Kit and Boreal Laboratories, 777 E. Park Dr., Tonawanda, NY 14150, U.S.A., Tel: (800) 828-7777. Puede usar una rejilla de difracción holográfica pero la dispersión de los colores será más pequeña, así que tendrá que hacer una fotocopia reducida de la escala de longitud de onda para obtener lecturas precisas.



© 1993 por The Regents of the University of California

¿PARA QUÉ SIRVE UN ESPECTRÓMETRO?

EN CLASE

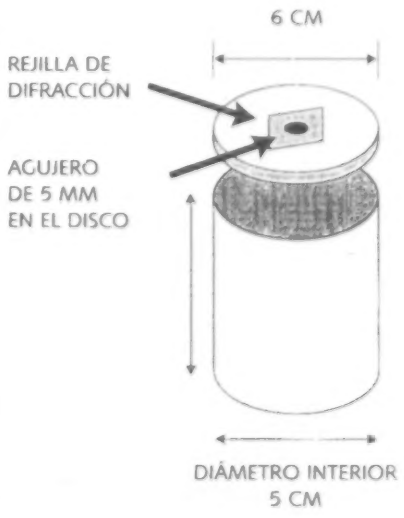
Nuestros ojos perciben luz en diferentes colores. Algunos de los colores que vemos son colores puros, pero la mayoría de los colores que vemos son mezclas de diferentes colores. Un espectrómetro puede separar la luz que es una mezcla de colores en sus colores puros. Se llama espectro a un grupo de colores puros.

Un espectro con el que mucha gente está familiarizada es el creado cuando los colores puros que forman la luz del Sol se separan a cuando iluminan gotas de lluvia. ¡Es un arcoiris! Los colores en un arcoiris incluyen todos los colores puros que pueden ver los ojos humanos. Muchos de los espectros que le muestra el espectrómetro se ven como el arcoiris. Algunas luces, sin embargo, producen luz sólo de algunos colores puros. El saber cuáles son estos colores le puede dar información sobre las substancias que están emitiendo la luz.

Con el espectrómetro se puede dar una medida que describa cada color puro. El espectrómetro mide la longitud de onda del color. La longitud entre dos crestas de una onda de luz, la "longitud de onda," determina qué color es. La luz que es una mezcla de diferentes longitudes de onda no es un color puro y puede separarse por el espectrómetro. Las longitudes de onda son muy pequeñas, así que los centímetros no son unidades de medida prácticas para describirlas. El espectrómetro mide las longitudes de onda en Angstroms. Un Angstrom (abreviado, 1Å) es una diez-billonésima de un metro. Una onda de luz visible típica es de varios miles de Angstroms de largo. Puedes usar el espectrómetro para ver cuán larga es la longitud de onda para diferentes colores de luz. (Otra forma común para describir las longitudes de onda es un nanómetro, pero la mayoría de los libros usan Angstroms. La conversión es simple: 1nm = 10 Å).

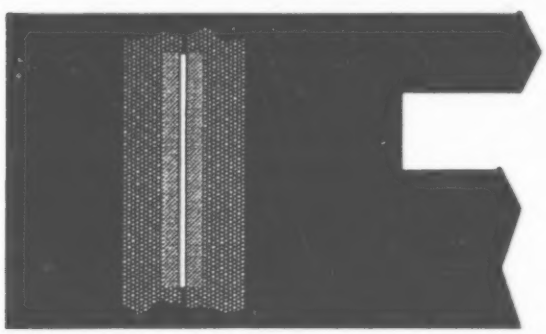
MONTANDO EL ESPECTRÓMETRO:

Para montar el ocular del espectrómetro pegue el disco de cartulina a un extremo del tubo de cartulina de 5 cm de largo. Use suficiente cinta adhesiva para que esté sólido y para evitar que se filtre la luz por cualquier grieta, pero asegúrese que la cinta adhesiva está por la parte de afuera. La parte de adentro debe deslizarse libremente sobre el extremo del tubo de 23 cm. Pegue el cuadrado de 2 cm de rejilla de difracción sobre el agujero en el centro del disco. Tenga cuidado de que la cinta adhesiva no cubra el agujero. Mire a través del agujero a cualquier luz brillante. (¡No mire el Sol!) De este manera será posible observar los espectros. Las luces brillantes en lugares oscuros funcionan mejor. Para observar los espectros más claramente y medir las longitudes de onda tendrá que construir el cuerpo del espectrómetro.

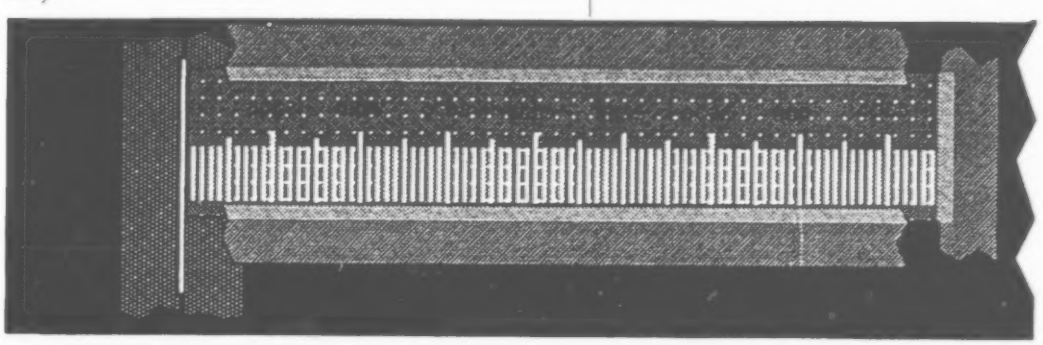


© 1993 por The Regents of the University of California

El cuerpo del espectrómetro se deberá recortar de un pedazo de cartón de color oscuro. Se puede trazar el contorno del mismo usando el patrón que aparece en esta actividad (copia maestra en las páginas 18-19). Por la apertura de 5 mm de ancho en el patrón será por donde la luz illuminará al espectrómetro. Use la cinta adhesiva opaca para hacer de esta apertura una hendidura estrecha. Mientras más estrecha sea la rendija, más precisas serán las medidas. Mientras más ancha sea la rendija, más brillante aparecerá el espectro. Una rendija de 1 mm funciona bien. Use cinta adhesiva por ambos lados para mayor solidez.



La otra apertura es la ventana para la escala de longitud de onda. La escala de longitud de onda deberá recortarse exactamente a lo largo de los bordes y pegarse boca abajo sobre la ventana para que su borde esté exactamente a lo largo de la rendija estrecha, pero sin cubrirla. Asegúrese de que ningún pedazo de cinta adhesiva cubre ni la hendidura ni la ventana. Se verá como se muestra abajo.

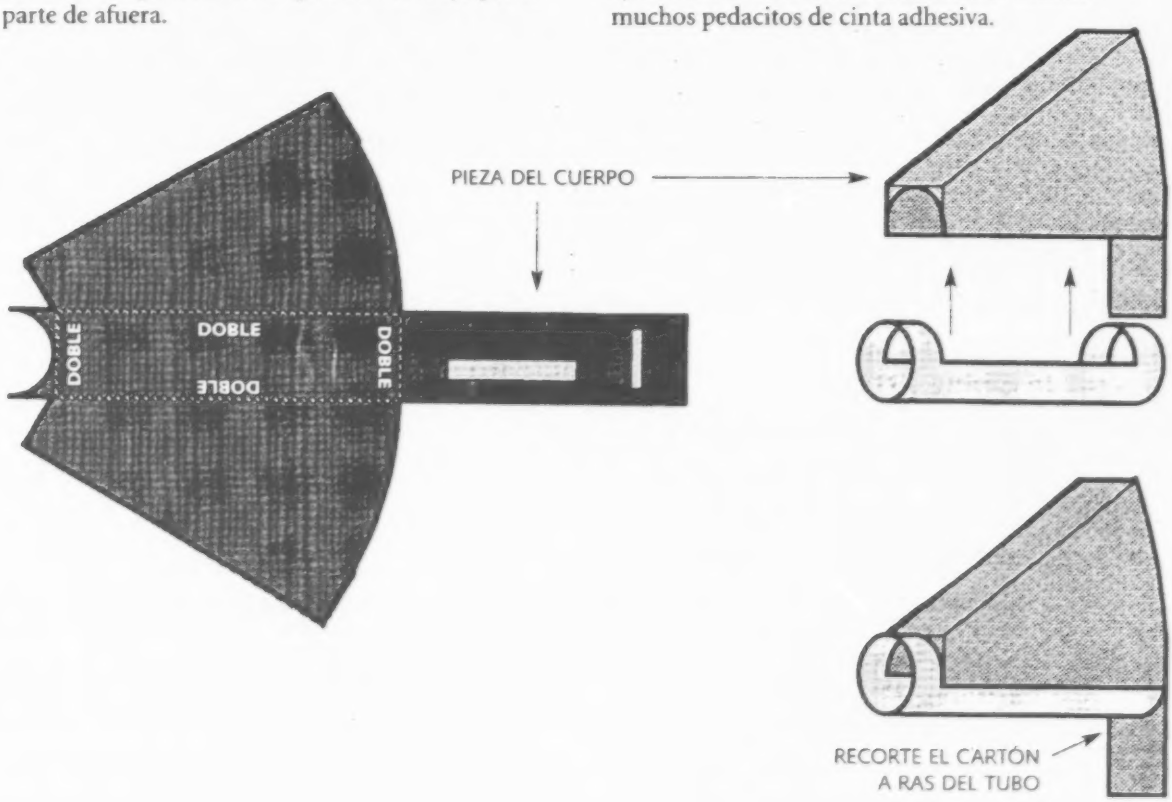


© 1993 por The Regents of the University of California

BEST COPY AVAILABLE

Doble la pieza de cartón en los cuatro lugares indicados. Pegue la lengueta con la rendija y la ventana a las orillas curvadas del cartón para que la escala de longitud de onda quede boca abajo por la parte de afuera.

Es un poco complicado pegar cosas planas a piezas curva. Haga lo mejor que pueda, use suficiente cinta adhesiva, pero no cubra la abertura o la ventana. Una forma de hacerlo es usando muchos pedacitos de cinta adhesiva.



El tubo de 23 cm es lo que da firmeza al espectrómetro. Adhiera el tubo de cartón, como se muestra aquí, asegurándose que la sección del tubo que está recortada es en el interior del espectrómetro. Recorte la parte que sobresale de la lengüeta que tiene la hendidura y la ventana. Use suficiente cinta adhesiva para mantenerlo unido y selle todas las grietas, pero nunca cubra la vendija o la ventana. Deslice el ocular sobre la pieza del tubo que sobresale del cuerpo y su espectrómetro estará completo.

© 1993 por The Regents of the University of California

USANDO TU ESPECTRÓMETRO

Mira a través del espectrómetro hacia la luz fluorescente. Debes poder ver la luz a través de la rendija y en algún lugar alrededor ver el espectro. Al principio, puede ser difícil ver un espectro. A veces este se ve claramente sólo cuando el espectrómetro está apuntado ligeramente a un lado de la fuente de luz. (De hecho, hay dos espectros, uno en cada lado de la fuente de luz). Dale vuelta al ocular y los espectros darán vuelta alrededor de la rendija. Coloca el ocular de tal manera que los espectros estén en ambos lados de la rendija. Uno de ellos debe quedar sobre de la escala de longitud de onda.

El espectro de una luz fluorescente parece un arcoiris con varias líneas de colores brillantes. La longitud de onda de la línea verde brillante es de aproximadamente 5460Å. El ajuste final antes de tomar cualquier medida se hace jalando el ocular hacia afuera y hacia adentro para que la línea verde aparezca en la línea punteada en la escala de longitud de onda. Pega el ocular en su lugar. Ahora todos los colores aparecerán en la escala en una posición que corresponde a su longitud de onda. Si el ocular se mueve por alguna razón, repite con la luz fluorescente para reajustarlo correctamente.

Hay varios experimentos que puedes hacer inmediatamente. Mira una luz blanca brillante (¡pero nunca al Sol!). La mayoría de las luces blancas contienen cada longitud de onda que puede ver el ojo humano. ¿Cuál es la longitud de onda más corta que puedes ver? ¿Cuál es la longitud de onda más larga que puedes ver? Cada persona es sensible a diferentes intervalos de longitudes de onda, así que las respuestas a estas preguntas varían de persona a persona.

Usando crayones o lápices de colores o marcadores, dibuja el espectro de luz blanca como lo ves en el espectrómetro. Rotula algunos de los colores con sus longitudes de onda. ¿Cuántos colores puedes ver en el espectro de luz blanca? Isaac Newton dividió el espectro en siete colores; rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, índigo, y violeta. Realmente, hay un número infinito de colores. Por ejemplo, la parte del espectro que parece roja tiene muchas clases diferentes de rojo, pero sólo tenemos la palabra "rojo" para describirlos a todos. Esa es una razón por la cual es conveniente poder medir la longitud de onda de un color. La longitud de onda describe el color exactamente.

Usa tu espectrómetro para mirar las luces de colores. Algunas luces de colores son simplemente luces blancas que brillan a través de substancias de color tales como pintura, cristal o plástico de color. Estas substancias filtran algunas de las longitudes de la onda de luz. Tu espectrómetro te dirá cuáles longitudes de onda pasan.

© 1993 por The Regents of the University of California

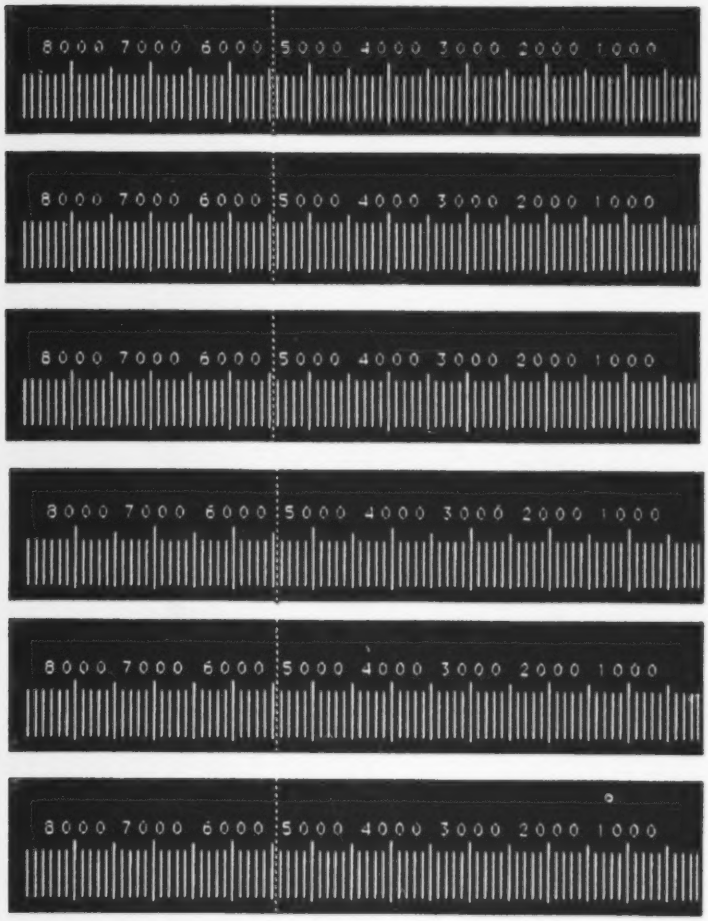
Algunas luces de colores están hechas con substancias que emiten luz con solo algunas longitudes de onda. Los letreros de neón emiten luz solo con ciertas longitudes de onda en las partes rojas, anaranjadas y amarillas del espectro. El neón también emite luz en la parte verde del espectro, pero la luz combinada siempre parece anaranjada. Encuentra una luz de neón y dibuja su espectro, rotulando los colores con las longitudes de onda que mediste. Algunas luces que la gente llama "luces de neón" no contienen neón. Si puedes encontrar alguna de estas luces para observarlas con tu espectrómetro, nota las longitudes de onda de los colores que son emitidos. Las longitudes de onda son únicas para cada elemento. Esto significa que las longitudes de onda que observas se pueden usar para identificar qué sustancias emiten la luz.

Aun algunas luces que parecen blancas tienen ciertas longitudes de onda que son particularmente brillantes. Muchas luces de la calle son buenos ejemplos de esto. También lo son las luces fluorescentes. La longitud de onda del verde brillante que observas cuando miras a una luz fluorescente es emitida por mercurio. Busca en un libro de referencia de física tal como *The Handbook of Chemistry and Physics* una tabla con las longitudes de onda para el espectro de emisión de los elementos, para averiguar cuales elementos están emitiendo los otros colores que ves en tu espectrómetro.

¡Feliz búsqueda de espectros!

© 1993 por The Regents of the University of California

Escalas de longitud de onda para fotocopias



© 1993 por The Regents of the University of California

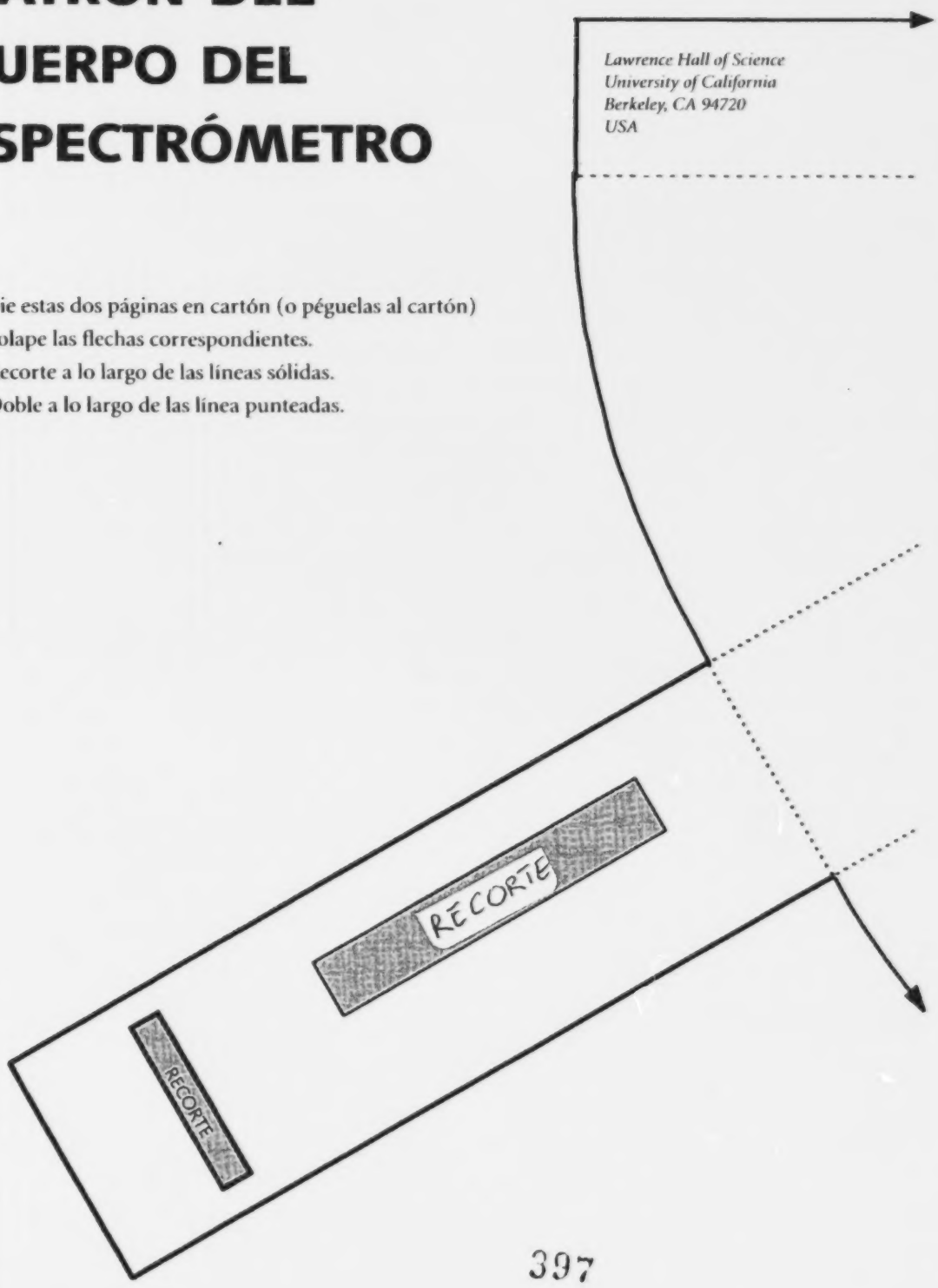
BEST COPY AVAILABLE

PATRÓN DEL CUERPO DEL ESPECTRÓMETRO

Lawrence Hall of Science
University of California
Berkeley, CA 94720
USA

Copie estas dos páginas en cartón (o péguelas al cartón)

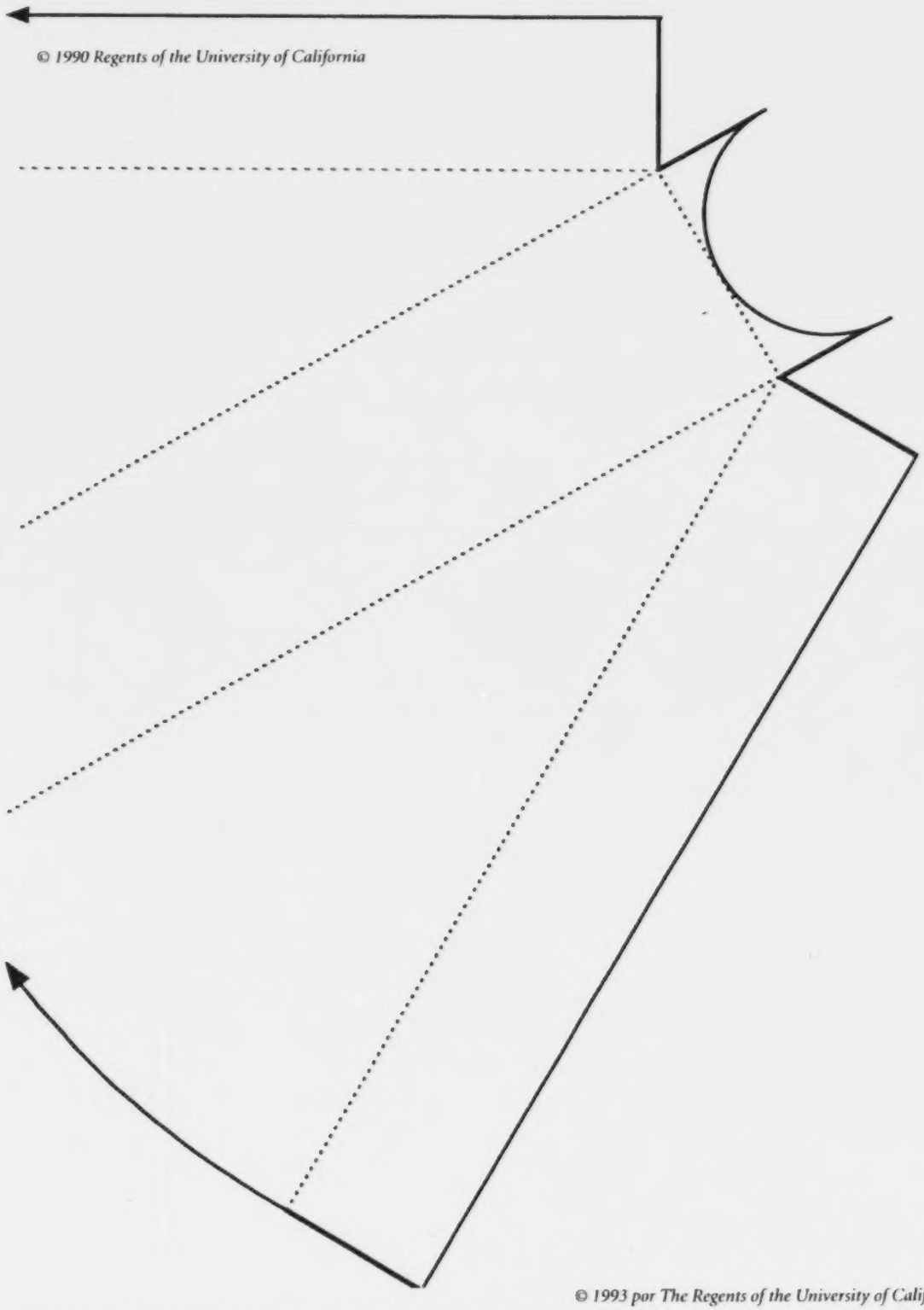
- Solape las flechas correspondientes.
- Recorte a lo largo de las líneas sólidas.
- Doble a lo largo de las línea punteadas.



397

© 1993 por The Regents of the University of California

© 1990 Regents of the University of California



© 1993 por The Regents of the University of California

ATRAPANDO LUZ

ACTIVIDAD 10.2

EDADES: 8-12

Fuente: Dominio público.

¿De qué trata esta actividad?
Esta es una actividad simple y rápida para comparar la cantidad de luz que recogen los telescopios de diferentes diámetros. En astronomía, el tamaño de un telescopio es su característica más importante. Para poder detectar la débil luz de estrellas y galaxias lejanas, los astrónomos necesitan grandes superficies de recolección: cuanto más grandes sean el espejo o lente de un telescopio, más brillante y más clara será la imagen producida.

¿Qué harán los estudiantes?
Los estudiantes contarán el número de monedas necesarias para cubrir círculos de diferentes diámetros. Crearán una gráfica de sus datos y podrán ver que el área de recolección aumenta con el cuadrado del diámetro.

Consejos y sugerencias

- La actividad funciona mejor con monedas pequeñas.
- Pídale a los estudiantes que estimen el número de monedas que requerirá cada círculo antes de hacer el experimento.
- Una forma de relacionar este concepto con la vida diaria de los estudiantes es pedirles que comparen el tamaño y el costo de diferentes tamaños de la que seguramente es una de sus comidas favoritas: ¡ la pizza! Por ejemplo, compare el área de una pizza grande de 40 cm de diámetro, con el de una pequeña de 20 cm, y suponga que el espesor de los ingredientes es el mismo en ambos casos. ¿Cuánto más cara será la pizza grande comparada con la pequeña?
- Para los estudiantes familiarizados con el número "pi", usted puede comparar las áreas reales (πr^2) con las áreas estimadas, usando el número de monedas y el promedio del área de todas las monedas.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Area	Medir	Escala
Diámetro	Hacer gráficas	
	Predecir	
	Comparar	

ATRAPANDO LUZ

OBJETIVO
Comparar la cantidad de luz recogida por telescopios de diferentes aperturas (tamaños).

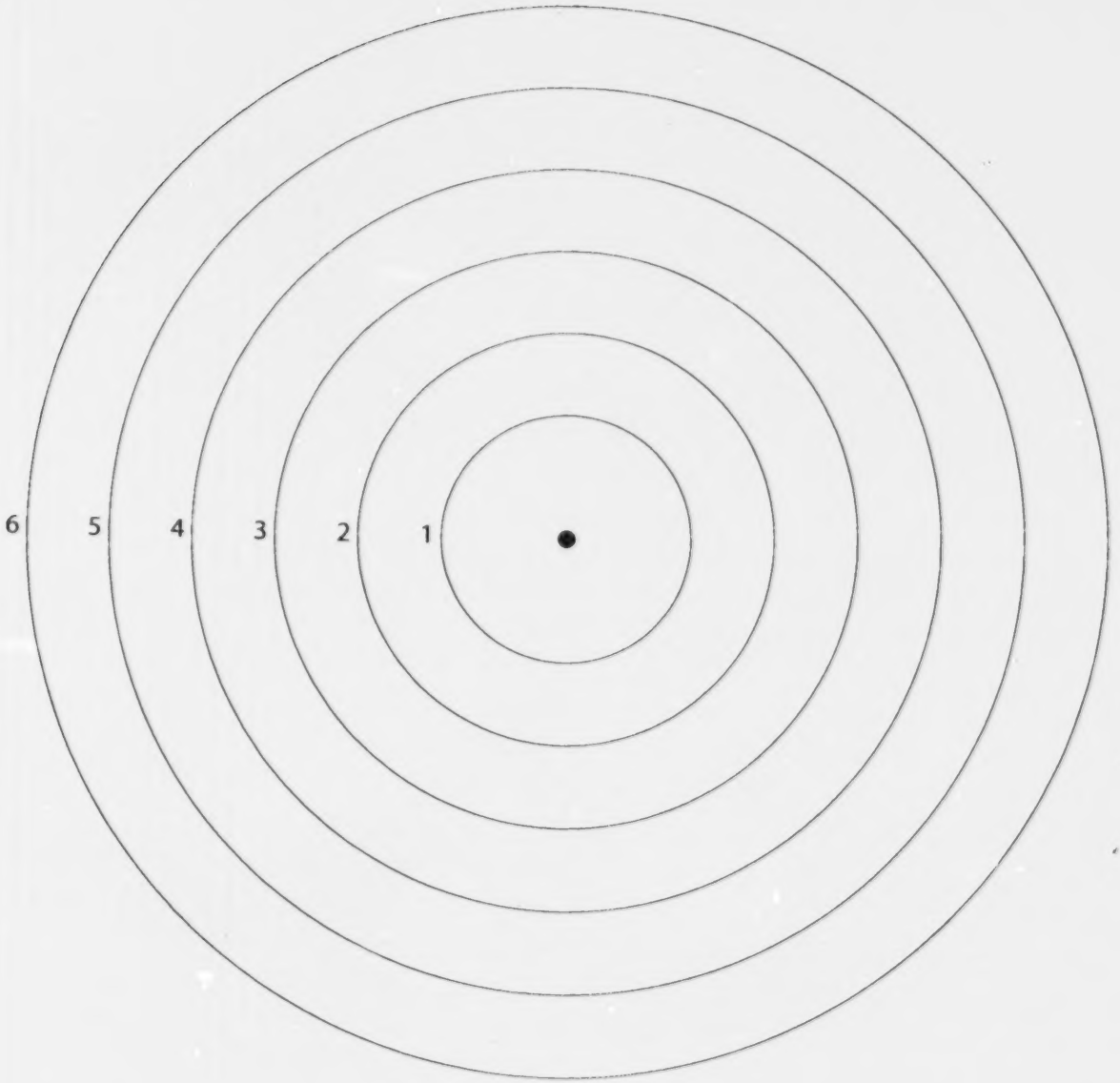
1. Mide el diámetro de cada círculo con una regla y anota los valores en la tabla de datos.
2. Cubre completamente cada círculo con monedas y anota cuántas necesitas en la tabla de datos.
3. Haz una gráfica de tus datos, usando el papel de gráfica.
4. Cuando termines, responde las siguientes preguntas.

CÍRCULO (#)	**DIÁMETRO** (CENTÍMETROS)	**AREA** (# DE MONEDAS)
1		
2		
3		
4		
5		
6		

PREGUNTAS
1. ¿Cómo aumenta la cantidad de luz (número de monedas) cuando duplicas el diámetro del círculo?

2. Estudia tu gráfica cuidadosamente. Haz una predicción de la cantidad de luz (número de monedas) que entraría a través del lente de un telescopio de 20 cm de diámetro.

3. ¿Cuáles son las fuentes de error en este modelo para medir la cantidad de luz que entra en un telescopio?


6
5
4
3
2
1

IMÁGENES DIGITALES

ACTIVIDAD 10.3

EDADES: 12-17

Fuente: Tim Slater y Jeff Adams son los autores de esta actividad. Ellos son parte del grupo *Conceptual Astronomy and Physics Education Research (CAPER)* en Montana State University. La actividad es propiedad intelectual de Tim Slater y Jeff Adams (1996). Por la presente se otorga permiso para usar esta actividad para cualquier propósito educativo. Sin embargo, el reimprimir la actividad o venderla requiere permiso de los autores. Escriba a: Dept. of Physics, Montana State University, Bozeman MT 59717, U.S.A. o por correo electrónico: slater@physics.montana.edu; adams@physics.montana.edu.

¿De qué trata esta actividad?

En nuestra era de los computadores, el término "digital" se ha convertido en parte del vocabulario de todos los días. Ya sea que estemos hablando de una pieza de música grabada digitalmente o una imagen "digitalizada", la idea es que la información puede ser convertida en números (dígitos) para hacer más fáciles la transmisión y el almacenamiento. Las imágenes de satélites astronómicos, tales como la sonda solar Yohkoh o el Telescopio Espacial Hubble, son enviadas a las estaciones de la Tierra en forma digital. En esta actividad, los estudiantes explorarán las características básicas de las imágenes digitales.

¿Qué harán los estudiantes?

Los estudiantes crearán una imagen digital de su nombre. También diseñarán una imagen secreta en papel para graficar y deberán dar instrucciones a otros estudiantes para que estos puedan reproducirla sin verla. Finalmente, construirán una imagen del Sol en "cuatro colores", con datos de un satélite, y reflexionarán sobre el funcionamiento del proceso y sobre cómo lo hubiesen podido acelerar.

Consejos y sugerencias

- Una versión electrónica de esta actividad se encuentra en *http://btc.montana.edu/ceres/html/pixel1.html* con más detalles, otros ejemplos, y enlaces a los programas de computador mencionados en la actividad.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Imágenes digitales	Observar	Estructura
Pixel	Registrar	Pautas de cambio
Resolución	Comunicar	
Archivos y compresión de datos		
Telemetría		

IMÁGENES DIGITALES

por Tim Slater y Jeff Adams
Montana State University

Los estudiantes aprenderán sobre imágenes digitales y sobre la manera en que los satélites en órbita alrededor de la Tierra nos envían información e imágenes del espacio.

OBJETIVOS

Al terminar esta actividad, los estudiantes:

- observarán imágenes digitales ampliadas
- usarán papel para graficar y crear información digital
- crearán un protocolo para transferir información
- diseñarán un mensaje
- decodificarán en grupo una imagen tomada por un satélite
- discutirán maneras para mejorar la resolución de la imagen digital y el intercambio de información

MATERIALES

- Hoja de imágenes (incluida)
- Papel de gráfica rectangular, lápices grises y marcadores (o lápices de cera) negros
- Cuatro imágenes digitales del satélite Yohkoh (incluidas)

PROCEDIMIENTO

Actividad 1: Explorando la codificación digital

Pregúntele a los estudiantes cómo se ve una imagen de televisión si se sientan muy cerca de la pantalla. Distribuya la hoja "Imágenes digitales: el efecto del tamaño del pixel" (se encuentra en la página 33) para demostrar que una foto electrónica está compuesta de pequeños cuadrados, llamados los elementos de la foto o "pixeles". Normalmente, el pixel es demasiado pequeño para que nuestros ojos lo detecten y por eso las imágenes se ven uniformes.

IMAGEN DE DOS COLORES (0 = BLANCO; 1 = NEGRO)

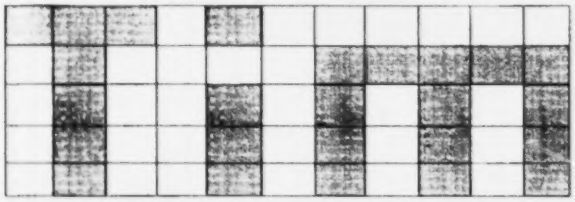
1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1

(LOS FILAS SON HORIZONTALES Y LOS COLUMNAS VERTICALES)

© 1996 por Tim Slater y Jeff Adams

BEST COPY AVAILABLE

Pídale a los alumnos que creen una imagen de su nombre, sombreando cuadrados individuales en el papel de gráfica. Cada cuadrado debe estar completamente coloreado. Coloree los cuadrados y añada números para identificar los colores. Dé un ejemplo, tal como el que se muestra abajo.



1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1
0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1
0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1
0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1

Actividad 2: Introducción a la codificación binaria

Los computadores graban y transfieren información usando una serie de unos (1) y ceros (0). Esto se llama el "sistema binario". En las imágenes que crearon los estudiantes, un computador grabará cada caja o elemento de la foto (pixel) con un cero (0) para el blanco y un uno (1) para el negro.

Pídale a los estudiantes que creen una palabra o foto secreta en el papel de gráfica y que le digan a sus compañeros cómo recrear la foto, sin mostrársela. Llame cero a los cuadrados blancos y uno a los cuadrados negros. Sugiérale a sus alumnos que pueden empezar de la parte superior izquierda del papel y leer los números (unos y ceros) a lo largo de la página hasta el final de la línea. Después, pueden volver al lado izquierdo y leer la segunda fila, etc.

Los estudiantes deberán pensar en formas de acelerar el proceso de decirle a alguien que cree la foto. (El procedimiento para acelerar el proceso se llama "compresión de archivo").

Actividad 3: Aplicación a imágenes de la NASA

Los satélites envían imágenes del espacio a la Tierra en transmisiones de radio, usando una serie de unos y ceros. En esta actividad los estudiantes decodificarán una imagen real del satélite Yohkoh (para más información, vaya a *http://solar.physics.montana.edu/YPOP/*). El proceso de enviar datos de un telescopio a la Internet se llama telemetría.

SIGNIFICADO DE LOS CUATRO COLORES
CERO = BLANCO
UNO = LÁPIZ GRIS CLARO
DOS = LÁPIZ GRIS OSCURO
TRES = MARCADOR NEGRO

Divida los estudiantes en cuatro grupos. Cada grupo necesita una de las cuatro hojas de datos que se incluyen aquí, una hoja de papel para graficar, un marcador negro y un lápiz gris. Importante: Los estudiantes deben leer a a lo largo de las líneas, una línea a la vez. Motive a los estudiantes a encontrar maneras para hacer el proceso más rápido, pero recuérdeles que es muy importante ser lo más exacto posible.

Combine las imágenes de los grupos como se muestra abajo, sin dejar espacios entre los datos. Estos cuatro cuadrantes se deben combinar para crear una imagen real de nuestro Sol tomada por el telescopio de rayos X a bordo del satélite Yohkoh (una colaboración del gobierno japonés y la NASA). Los puntos negros muestran las regiones más activas de nuestro Sol, las que generan rayos X. Estas regiones energéticas son lugares donde a menudo se observan manchas solares y donde se liberan las partículas que son responsables de crear las auroras boreales.

EQUIPO 2	EQUIPO 1
EQUIPO 3	EQUIPO 4

© 1996 por Tim Slater y Jeff Adams

PREGUNTAS

Las imágenes digitales se graban y transfieren como pixeles. Un pixel es un pequeño elemento de la imagen, de un solo color. Mientras más pixeles se utilice, mejor o más clara es la imagen (a esto se le conoce como "resolución"). Sin embargo, mientras más pixeles se usen para crear una imagen, se necesita más memoria para recibirla y guardarla.

Muchas imágenes en la Internet miden 256 píxeles de largo por 256 píxeles de ancho, mientras que muchas imágenes de satélite miden 512 pixeles de largo por 512 píxeles de ancho.

- ¿Cuántos pixeles hay en una imagen del Internet? (256 x 256 = 65,536 pixeles)
- ¿Cuántos pixeles hay en una imagen de satélite? (512 x 512 = 262,144)
- ¿Cuánto tiempo te tomaría leerle todos esos pixeles a otra persona por teléfono, a una velocidad de uno por segundo? (262,144 segundos, lo cual es más de tres días de 24 horas de trabajo, sin parar).

Esta es una de las razones por la cual los científicos deben trabajar en grupos: dividir el trabajo ayuda a terminar más rápido.

Los científicos de la NASA siempre están tratando de encontrar formas de acelerar la conversión de información digital a fotos. Esperamos que sus estudiantes hayan encontrado estrategias para aumentar la velocidad del proceso. Pídale a los estudiantes que discutan sus rutinas de compresión de datos.

EXTENSIÓN

Si tiene acceso a un computador y a un escáner o cámara digital, los estudiantes pueden investigar las imágenes electrónicas de su propia creación. Investigue los programas de computador que vinieron con su escáner y/o cámara digital. Estos programas le permiten invertir pixeles, cambiar el número de colores permitidos y hasta transformar fotos para cambiar su forma. Estos son programas poderosos y a menudo los usuarios olvidan que los tienen.

Cualquier imagen digital del Internet, del escáner o de su cámara se puede convertir en un conjunto de números. Si es necesario, use un programa de computador para convertir la imagen a formato PICT o TIFF. Abra el archivo usando un program a de procesamiento de imágenes (NIH Image para Mac o Scion ImagePC para PC) y exporte el archivo como TEXT. Una vez en formato de texto, el archivo se puede abrir en un programa de planilla electrónica (como Excel). Alternativamente, cualquier red cuadrada de números se puede dibujar en Excel, haciendo una gráfica de una superficie en tres dimensiones o guardando los datos como TEXT e importándolos a su programa de procesamiento de imágenes.

© 1996 por Tim Slater y Jeff Adams

EQUIPO DE IMÁGENES 01

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2	2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	2	2	1	2	2	2	2	1	1

© 1996 por Tim Slater y Jeff Adams

EQUIPO DE IMÁGENES 02

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	0	0	0	1	1	0	0	0	1	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	0
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	0
0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	0
0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	0
0	0	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	0	0	0
0	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	1	1	0	0	0
1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	0	0	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	1	0	0
0	0	1	2	1	2	2	2	2	1	0	1	0	0	0	0	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2
0	0	1	2	1	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	2
0	0	1	1	1	2	2	2	2	1	0	1	1	0	0	0	1	1	2	2	1	1	1	2	2	2	2	3	3	2	2

© 1996 por Tim Slater y Jeff Adams

EQUIPO DE IMÁGENES 03

0	0	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
0	1	0	0	1	2	2	2	3	2	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	2	2	2	2	2	2	1
0	0	0	0	1	2	2	3	3	2	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1	1
0	0	0	1	1	1	2	3	3	3	2	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	1
0	0	0	1	1	1	2	2	3	3	2	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	1	2	2	2	2	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

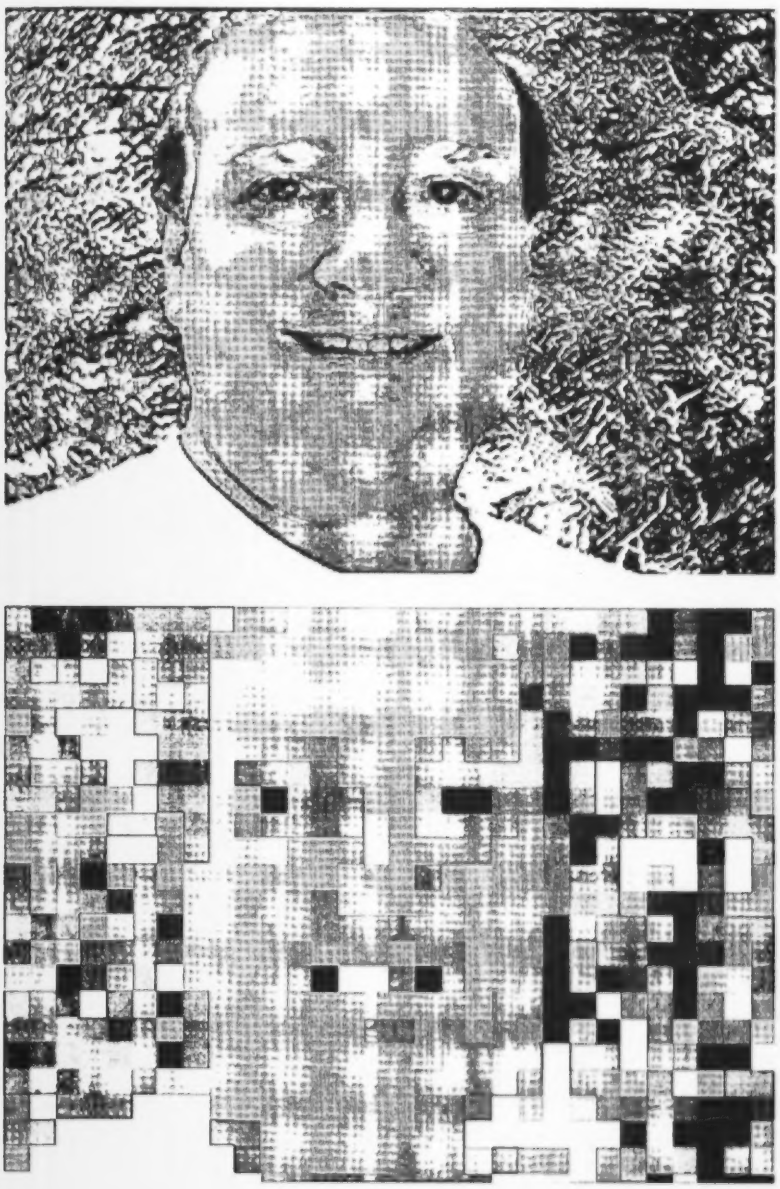
© 1996 por Tim Slater y Jeff Adams

EQUIPO DE IMÁGENES 04

1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	2	1	1	0	1	2	2	1	1
2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	2	1	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	1	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	1	1	0	0	0
0	1	0	0	1	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	2	2	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
1	1	0	1	3	3	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
1	1	1	2	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	2	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

© 1996 por Tim Slater y Jeff Adams

EL EFECTO DEL TAMAÑO DEL PIXEL



© 1996 por Tim Slater y Jeff Adams

Sección 11

¿Cómo defenderse de la astrología?

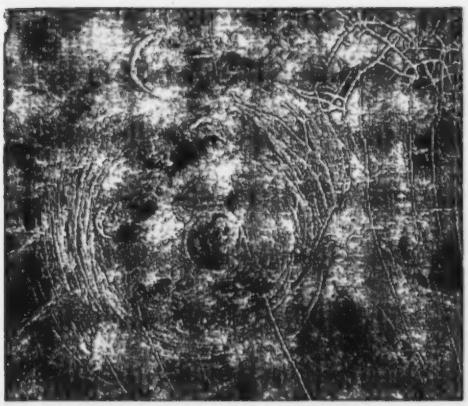


IMAGEN DE RADAR DE FOTLA CORONA EN VENUS (PARECIDA A 'MISS PIGGY')

Información de fondo: Pseudo-ciencia astronómica

por Andrew Fraknoi
Foothill College y Astronomical Society of the Pacific

Pocas cosas intrigan más a la imaginación humana que un misterio no resuelto. En años recientes, una enorme atención del público y de los medios de comunicación se ha enfocado en varios temas que parecen ser misterios no resueltos en las fronteras de la ciencia (a pesar de que la evidencia para ellos es frequentemente insustancial y anecdótica). Estos temas incluyen varios que pretenden establecer alguna conección con la astronomía, como la astrología, caras en otros planetas o contacto con visitantes extraterrestres.

Muchos científicos y maestros descartan las descabelladas aserciones en estas áreas con comentarios sarcásticos. ¿Qué tan posible es, después de todo, que la alineación del Sol, la Luna, y los planetas en el momento de su nacimiento puedan continuar influyendo en la vida amorosa de Sylvester Stallone? ¿O que naves extraterrestres hallan viajado a la Tierra a través de millones de kilómetros de espacio, hallan recogido muestras de la Tierra en lugares remotos, que las hallan abandonado, y que se hallan ido a casa — todo esto sin dejar ninguna evidencia física?

Sin embargo, yo quiero argüir que le hacemos un mal a nuestros estudiantes cuando descartamos estas ideas pseudo-científicas sin discutirlas clara y directamente. Después de todo, independientemente de su trabajo en la escuela, los estudiantes se encontrarán con tales ideas una y otra vez, en la televisión, en los periódicos, en las películas, y en discuciones con sus compañeros. Quién mejor que nosotros que trabajamos en el salón de clase para ayudar a los estudiantes a pensar en cómo evaluar tales ideas de manera escéptica y a decidir cuáles deben ser exploradas más y cuáles deben ser descartadas. Tal discusión puede ser una manera ideal para que los estudiantes piensen en el método científico y en cómo los científicos tratan ideas controversiales y sorprendentes.

Las buenas noticias para aquellos de nosotros que estamos dispuestos a ayudar a los estudiantes de esta forma, es que los científicos, educadores, y gente escéptica de otros campos han comenzado a investigar ideas en las fronteras de la ciencia y hasta han formado una organización para ayudar a diseminar los resultados de sus investigaciones. La organización tiene un nombre extraño, *The Committee for the Scientific Investigation of Claims of the Paranormal* (el Comité para la Investigación Científica de Aserciones de lo Paranormal), pero su corazón está en el lugar adecuado, y su revista, *The Skeptical Inquirer*, es la mejor fuente para maestros y astrónomos que quieran información objetiva acerca de pseudo-ciencia astronómica.

Lo que las investigaciones revelan es claro e inequívoco. Cuando los "misterios" en las fronteras de la ciencia son examinados más de cerca, la mayoría de ellos se evaporan, dejando un rastro frío de simplonería y (quizás lo más triste) de avaricia humana. La cara en Marte es una formación natural

de arena con la combinación justa de luz y sombra, las predicciones de la astrología han fallado las pruebas científicas una tras otra, y en lo que concierne a los OVNIs (Objetos Voladores No Indentificados), hay mucho menos de lo que los periódicos sugieren.

Todo esto no significa que es imposible que una nave extraterrestre llegue a la Tierra, o que descubriremos restos de una civilización extraterrestre en alguna parte. Ningun científico serio diría que algo es imposible a priori. Pero como Carl Sagan lo ha indicado, en la ciencia ideas extraordinarias requieren pruebas extraordinarias. Cuando la evidencia aparezca, los científicos le darán la bienvenida y la examinarán. (Cuando una nave extraterrestre llegue a la Tierra, yo sospecho que los astrónomos serán los primeros en ponerse en fila para una conversación cósmica). Pero lo que debemos enseñar a nuestros estudiantes es que en ausencia de la evidencia, el escepticismo es la actitud más sana. Sospecho que los estudiantes podrán aplicar tal escepticismo de manera provechosa en otros campos, como la política.

Las actividades y recursos en esta sección pueden ayudar tanto a adultos como a jóvenes a mirar con mayor cuidado algunas áreas en las fronteras de la ciencia y a desarrollar habilidades escépticas (de detective) para desentrañar la evidencia.

413

Información de fondo: ¿Cómo defenderse de la astrología?

por Andrew Fraknoi
Foothill College y Astronomical Society of the Pacific

A todos nos ha pasado alguna vez (a astrónomos profesionales o aficionados, a profesores): le contamos a alguien sobre nuestro interés por el Cosmos y rápidamente nos encontramos participando en un debate sobre la astrología. Para muchos de nosotros no es fácil saber cómo responder correctamente a quienes toman en serio esta antigua superstición.

La revelación de que la agenda diaria de Ronald Reagan [presidente de Estados Unidos en la década de los ochenta] se elaboraba siguiendo las predicciones de un astrólogo de San Francisco, enfocó la atención de los educadores en la masiva aceptación de la astrología. Hoy más que nunca tenemos que discutir sobre la astrología, sobre todo con los jóvenes. A continuación se presenta una rápida guía con algunas respuestas para contestar a los argumentos de los creyentes en la astrología.

LAS BASES DE LA ASTROLOGÍA

La base de la astrología es simple: el carácter y el destino de una persona se pueden entender basados en las posiciones del Sol, la Luna y los planetas en el momento de su nacimiento. Si se interpreta la ubicación de esos cuerpos celestes utilizando una carta llamada horóscopo, los astrólogos sostienen que pueden predecir y explicar la vida de la gente y ayudar a empresas, naciones y personas en la toma de grandes decisiones.

Aunque todas estas afirmaciones pueden parecer inverosímiles para los que saben cuál es la distancia al Sol, a la Luna o a los planetas, una encuesta de Gallup realizada en 1984 reveló que el 55% de los adolescentes estadounidenses creía en la astrología. [Para datos sobre España se puede consultar el nº 6 de la revista *El Escéptico*, (www.el-esceptico.org)]. Cada día miles de personas de todo el mundo toman decisiones importantes, decisiones médicas, profesionales o personales basándose en los consejos de astrólogos o de publicaciones astrológicas.

La astrología tiene varios miles de años y se manifiesta de diferentes formas en culturas diferentes. Los detalles concretos de su origen se pierden en la antigüedad, aunque es cierto que surgió en un momento en el que la visión del mundo estaba dominada por la magia y la superstición, cuando comprender el funcionamiento de la naturaleza era una cuestión de vida o muerte.

En aquellos días los astros se percibían como dioses, espíritus o símbolos y representaciones de personajes divinos que se entretenían jugando con la vida de los hombres. En el cielo, la gente buscaba ávidamente indicios sobre los planes que los dioses tenían para ellos.

Visto en este contexto, un sistema que relacionaba el brillo de los planetas y las constelaciones "importantes" con las preguntas trancendentales de la vida, era atractivo y tranquilizador. Hoy en día los astrólogos creen que las constelaciones importantes son las que el Sol atraviesa a lo largo del año: las llaman las

constelaciones del Zodíaco. A pesar de los esfuerzos realizados en educación científica, la influencia que la astrología tiene para mucha gente no ha disminuido. Para ellos, pensar en Venus como un mundo desierto cubierto de nubes y tan caliente como un horno, es mucho menos interesante que considerarlo como una ayuda para decidir con quién casarse.

10 PREGUNTAS COMPROMETEDORAS

Podemos empezar analizando las ideas astrológicas desde un punto de vista escéptico y con humor, considerando las consecuencias de sus afirmaciones.

Estas son mis 10 preguntas favoritas.

1. ¿Cuál es la probabilidad de que a una doceava parte de la humanidad le suceda lo mismo en un día?

Los que escriben las predicciones astrológicas en los periódicos le dicen que usted puede saber como le va a ir en el día leyendo uno de los 12 párrafos en la página del horóscopo de su periódico matutino. Un pequeño cálculo nos muestra que a 500 millones de personas alrededor del mundo les va a ir igual de bien (o de mal) en ese día.

Dada la necesidad de satisfacer tanta gente a la vez, las predicciones astrológicas se redactan de una manera vaga y genérica.

2. ¿Por qué se fijan los astrólogos en el momento del nacimiento en lugar de en el día de la concepción?

Hay quienes creen que la astrología es científica porque se basa en un dato exacto: la fecha de nacimiento. Cuando la astrología comenzó, hace mucho tiempo, el momento del nacimiento se consideraba como el momento crucial en la creación de la vida. Sin embargo, hoy entendemos que el nacimiento no es más que la culminación de nueve meses de desarrollo en el interior de la madre. Además, los científicos sostienen que muchos aspectos de la personalidad del niño se desarrollan antes del nacimiento.

Sospecho que si los astrólogos insisten en la importancia de la fecha de nacimiento lo hacen por motivos ajenos a la astrología: todo el mundo sabe cuándo nació pero no es fácil (y a veces puede resultar embarazoso) preguntar por la fecha de la concepción. Los astrólogos utilizan la fecha de nacimiento, muy fácil de recordar, para que sus predicciones parezcan lo más personalizadas posible.

3. Si el vientre materno puede protegernos de las influencias astrológicas, ¿podríamos conseguir los mismos resultados con una "cabina de carne"?

Si las fuerzas de los cielos son tan poderosas, ¿cómo es que podemos protegernos de ellas hasta el día de nuestro nacimiento con sólo una delgada capa de piel y músculos? Si es así, y el horóscopo de un niño que va a nacer es desfavorable, ¿podríamos retrasar las adversas influencias astrológicas colocando al recién nacido en el interior de una "cabina de carne" hasta que los astros vuelvan a serle propicios?

4. Si los astrólogos son tan buenos como dicen ¿por qué no son ricos?

Unos responden diciendo que no pueden predecir acontecimientos concretos, sólo tendencias generales. Otros dicen que sólo pueden predecir grandes acontecimientos, no los pequeños. Incluso en este caso los astrólogos podrían ser multimillonarios prediciendo las tendencias generales de las bolsas de valores y así no tendrían por qué cobrar a sus clientes tarifas tan elevadas. ¿Cuántos astrólogos predijeron el "lunes negro" de la bolsa de Nueva York de octubre de 1987 y advirtieron a sus clientes?

5. ¿Son incorrectos los horóscopos que se hicieron antes del descubrimiento de los tres planetas exteriores?

Algunos astrólogos opinan que el signo del Zodíaco, que se basa en la posición del Sol dentro de las constelaciones en el momento del nacimiento y que es el único horóscopo que aparece en la mayoría de los periódicos, no es una buena guía sobre los efectos del Cosmos. Estos astrólogos más analíticos (suelen ser astrólogos que han fracasado en el lucrativo negocio de las columnas de periódicos) insisten en que también hay que tener en cuenta la influencia de los grandes cuerpos solares — incluyendo los planetas exteriores, Urano, Neptuno y Plutón (descubiertos en 1781, 1846 y 1930, respectivamente).

En tal caso ¿cómo quedan todos los astrólogos que dicen que la astrología ha hecho predicciones correctas desde hace siglos? ¿Son erróneos los horóscopos anteriores a 1930? ¿Por qué no se dieron cuenta los astrólogos de que había influencias astrales desconocidas antes del descubrimiento de Urano,

Neptuno y Plutón? ¿Por qué los astrólogos no dedujeron la existencia de Urano, Neptuno y Plutón antes de que se descubrieran, considerando las inexactitudes de sus predicciones?

6. ¿Podríamos acusar a la astrología de ser intolerante y discriminatoria?

En nuestra civilizada sociedad, rechazamos cualquier sistema que discrimine a las personas por su sexo, color de piel, religión, nacionalidad o cualquier otra circunstancia de su nacimiento. Hoy los astrólogos presumen que pueden valorar a las personas basándose en otra circunstancia de su nacimiento: la posición de los astros. El no querer salir con un Leo o no contratar a un Virgo, ¿es tan malo como no querer salir con un católico o no contratar a una persona de color?

7. ¿Por qué mantienen opiniones tan distantes las diferentes escuelas de la astrología?

Parece que los astrólogos no se ponen de acuerdo en algunos aspectos fundamentales de su trabajo: si hay que tener en cuenta o no el movimiento de precesión del eje de rotación de la Tierra, cuántos planetas y objetos celestes hay que tener en cuenta y, lo más importante, qué rasgo de la personalidad está asociado con cada fenómeno cósmico. Lea 10 horóscopos diferentes y seguramente encontrará 10 interpretaciones diferentes.

Si, como dicen los astrólogos, la astrología es una ciencia ¿por qué no llegan, después de miles de años de acumular datos e interpretaciones cada vez más refinadas, a una teoría aceptada por todos? Las ideas científicas acaban convergiendo al ser evaluadas y comprobadas en los laboratorios o por otros medios. Por el contrario, los sistemas basados en la superstición o en las creencias personales suelen diverger cuando los seguidores excavan nichos separados mientras están embaucando a la gente ya sea por poder, dinero o prestigio.

8. ¿Si la influencia astrológica se transmite mediante una fuerza conocida, por qué los planetas son los que más influyen?

LA PRECESIÓN DE LA TIERRA: ¿ESTÁ LEYENDO EL HORÓSCOPO EQUIVOCADO?

Además de la rotación sobre su eje (lo que nos da el día) y su translación alrededor del Sol (lo que nos da nuestro año), la Tierra tiene otro movimiento más gradual del cual poca gente sabe. El eje de nuestro planeta se mueve en un círculo, de la misma forma en que el eje de un trompo gira mientras este rota. Este movimiento, llamado precesión, es muy lento: al eje de la Tierra le toma 25,000 años el completar un círculo.

Como resultado de la precesión, la posición aparente del Sol con respecto a la estrellas de fondo (visto desde la Tierra) está cambiando lentamente. Si el círculo debido a la precesión toma 25,000 años en ser completado y el círculo que el Sol describe en el Zodíaco está dividido en 12 signos o constelaciones, podemos concluir que la precesión mueve al Sol de una constelación a otra cada 2,000 años. Ya que las reglas de la astrología moderna fueron establecidas hace 2,000 años, aproximadamente, esto significa que las constelaciones de cada mes se han "movido" un signo.

Pongamos un ejemplo concreto. De alguien nacido el primero de agosto se dice que tiene el signo solar Leo. Y, en efecto, hace dos mil años, el Sol hubiera estado en la constelación de Leo el primero de agosto. Pero, debido a la precesión, en esta fecha el Sol del siglo XX no está en Leo sino en Cáncer. Hoy en día los signos astrológicos no corresponden a las constelaciones de nacimiento. Ya que muchas de la características de personalidad asociadas con cada signo están basadas en cómo se veían las constelaciones antiguamente (un pez o un pájaro, por ejemplo), esta falta de alineación pone en duda a todo el sistema de la astrología (aunque algunas escuelas de astrología "corrigen" sus predicciones para tener en cuenta la precesión, mientras que otras ignoran alegremente todo el asunto).

PRESENTANDO LA JETOLOGÍA

Una buena manera de hacer que la gente piense acerca de la validez de la astrología es el sugerir una "ciencia" similar, sin tanto peso de historia y tradición. A mi me gusta pedirles a la personas que consideren la nueva ciencia de la jetología, la cual postula que las posiciones de todos los aviones jet del mundo en el momento que una persona nace afectan su personalidad y destino.

Para obtener el beneficio completo de una lectura jetológica, un jetólogo profesional debe analizar cuidadosamente el patrón de las posiciones de los jets de todo el mundo. Ya que un computador es necesario para obtener los datos y organizarlos, la jetología debe ser una disciplina científica. Sin embargo, una carta jetológica es muy difícil de entender. Se requieren años de entrenamiento para interpretar la carta apropiadamente. Por ejemplo, considere la aglomeración de aviones sobre el aeropuerto O'Hare de Chicago — su significado sobre la vida amorosa del sujeto requerirá de mucho estudio por parte de un jetólogo con experiencia.

Mientras su audencia comienza a reírse de lo absurdo de este ejemplo, usted les puede preguntar qué es lo que lo hace tan divertido. Alguien seguramente preguntará por qué las posiciones de objetos en el cielo deben tener algo que ver con nuestras vidas: la misma pregunta puede hacerse sobre la astrología.

Si los efectos de la astrología pueden atribuirse a la gravedad, las fuerzas de las mareas o el magnetismo (cada escuela astrológica invoca uno diferente), aun un físico principiante puede hacer los cálculos necesarios para ver qué es lo que de verdad afecta a un recién nacido. Roger Culver y Philip Ianna, en su libro *"Astrology: true or false"* (1988, Prometeus Books [hay traducción española: Astrología :¿mito o realidad?. Tikal ediciones, Gerona, 1994]), nos dan algunos ejemplos como el del médico que ayuda en el parto y que ejerce una atracción gravitacional seis veces mayor que la de Marte y unas dos mil billones de veces mayor que la fuerza de sus mareas. El médico tendrá mucha menos masa que Marte, pero está mucho más cerca del niño.

9. Si la influencia astrológica se ejerce a través de una fuerza desconocida ¿por qué es independiente de la distancia?

Todas las fuerzas de largo alcance en el Universo son más débiles cuanto más nos alejamos del objeto que las crea. Pero, como era de esperar en un sistema geocéntrico elaborado hace miles de años, las influencias astrológicas no dependen de la distancia. La importancia de Marte en el horóscopo es la misma si el planeta está del mismo lado del Sol que la Tierra o al lado opuesto. Una fuerza que no dependiera de la distancia sería un descubrimiento revolucionario y cambiaría muchos de nuestros principios científicos fundamentales.

10. Si las influencias astrológicas no dependen de la distancia ¿por qué no hay astrología de las estrellas, de las galaxias o de los cuasares?

El astrónomo francés Jean-Claude Pecker ha señalado que los astrólogos tienen una perspectiva muy estrecha cuando limitan sus energías al Sistema Solar. Los miles de millones de maravillosos cuerpos celestes que se mueven por el Universo deberían sumar sus efectos al de nuestros pequeñitos Sol, Luna y planetas. ¿Se puede elaborar un buen horóscopo omitiendo los efectos de Rigel, el púlsar de la nebulosa del Cangrejo o la galaxia Andrómeda?

417

PROBANDO LA ASTROLOGÍA.

Incluso si concedemos a los astrólogos el beneficio de la duda sobre todas estas preguntas — y aceptamos que, aunque no sepamos cómo, las influencias astrológicas existen — hay una cuestión aplastante: la astrología, sencillamente, no funciona. Hay muchos estudios que demuestran que, digan lo que digan los astrólogos, no pueden predecir nada.

Después de todo, no necesitamos saber cómo funciona algo para decidir si funciona o no. Como parece que los astrólogos han estado demasiado ocupados para validar estadísticamente su trabajo, algunos científicos y estadísticos lo han hecho por ellos. Veamos algunos ejemplos representativos.

Bernard Silverman, psicólogo de la Universidad de Michigan, revisó las fechas de nacimiento de 2978 parejas que estaban por casarse y de 478 que estaban por divorciarse en el estado de Michigan. Los astrólogos sostienen que pueden predecir la compatibilidad o incompatibilidad de las personas usando los signos del Zodíaco. Silverman comparó las predicciones con los registros y no encontró ninguna correlación: los "signos incompatibles" se divorciaban en una proporción similar a la de los "signos compatibles".

Muchos astrólogos insisten que el signo del Zodíaco está relacionado con la profesión elegida. De hecho, la asesoría laboral está ganando importancia en la astrología moderna. El físico John McGervey, de la Universidad Case Western Reserve, examinó las fechas de nacimiento de 6,000 políticos y de 10,000 científicos para ver si en algunas profesiones predominaba algún signo del Zodíaco, tal como predecían los astrólogos. Comprobó que los signos de Zodíaco se distribuían totalmente al azar.

El físico Shawn Carlson, del *Lawrence Berkeley Laboratory*, quiso atacar la objeción que hacen los astrólogos de que más información es necesaria, además del signo del Zodíaco, para hacer predicciones. Para esto realizó un ingenioso experimento. Pidió a un grupo de voluntarios que dieran los datos necesarios para elaborar su horóscopo completo. También se les pidió que hicieran el *California Personality Inventory*, un cuestionario psicológico estándar que utiliza el mismo tipo de términos descriptivos generales que utilizan los astrólogos.

Una "prestigiosa" organización astrológica elaboró los horóscopos de los voluntarios. A cada uno de los 28 astrólogos profesionales que participaban voluntariamente en el experimento, se le envió un horóscopo y tres perfiles de personalidad: uno de los tres perfiles pertenecía a la persona del horóscopo. Los astrólogos debían interpretar el horóscopo y decidir a cuál de los tres perfiles correspondía.

Aunque los astrólogos aseguraban que podrían obtener más de un 50% de aciertos, sólo obtuvieron un 34% de aciertos en 116 intentos: ¡el mismo número que se obtendría por puro azar! Carlson publicó sus resultados en la revista *Nature* (12 mayo 1985) para vergüenza de la comunidad astrológica.

Otros estudios revelan que el acierto de las predicciones está relacionado con el sentimiento que tienen los destinatarios de que los horóscopos se han hecho personalmente para ellos. Hace unos años, el estadístico francés Michel Gauquelin envió el mismo horóscopo (que pertenecía a uno de los más sangrientos asesinos de Francia) a 150 personas y les preguntó si se sentían identificados con él. El 95% dijo que se reconocía a sí mismo en la descripción.

El investigador australiano Geoffrey Dean, que había realizado muchos experimentos sobre la astrología, manipuló las predicciones astrológicas de 22 personas, sustituyendo algunas frases por otras que significaban justamente lo contrario de lo que les había predicho el horóscopo. Los sujetos de su experimento que recibieron horóscopos con las frases cambiadas dijeron que este se aplicaba a ellos en la misma proporción (95% de los casos) que aquellos que recibieron los horóscopos intactos. Parece que los que consultan a los astrólogos sólo buscan consejo, cualquier consejo.

Hace algún tiempo, los astrónomos Culver y Ianna siguieron durante 5 años las predicciones publicadas por organizaciones astrológicas y astrólogos conocidos. De las más de 3,000 predicciones concretas (incluyendo muchas sobre políticos, estrellas de cine y gente famosa) sólo un 10% ocurrieron. Cualquier periodista veterano — y probablemente la mayoría de la gente informada — podría haber obtenido mejores resultados haciendo estimaciones razonables.

Si las estrellas conducen a los astrólogos a predicciones incorrectas 9 de cada 10 veces, difícilmente pueden ser guías confiables para tomar decisiones sobre la vida o sobre asuntos de estado. Aún así para millones de personas, incluyendo a Nancy Reagan (esposa del ex-presidente Ronald Reagan), no hay nada como la astrología para guiar la vida.

Quienes amamos la astronomía no podemos sentarnos a esperar que el atontamiento público hacia la astrología desaparezca por sí solo. Tenemos que hablar; hablar cuando creamos que es útil o apropiado — para discutir los puntos flacos de la astrología y el inestable suelo en el que se apoya. Quienes trabajamos con los más jóvenes tenemos que usar estas ideas para desarrollar un escepticismo sano en los estudiantes y para fomentar el interés por el auténtico Cosmos, el de los mundos remotos y los soles distantes que, afortunadamente, no tiene nada que ver con las vidas y los deseos de los habitantes del planeta Tierra. No permitamos que otra generación de jóvenes crezca amarrada a una vieja fantasía, propia de aquellos tiempos en los que los humanos nos apretujábamos alrededor de una hoguera, asustados por la oscuridad de la noche.

419

¿Cuál es tu signo?

Actividad 11.1

Edades: 11-14

Fuente: Reimpreso con el permiso de *PASS (Planetarium Activities for Student Success), Vol. 2 Activities for School Planetarium*. Producido por el *Astronomy Education Program* del Lawrence Hall of Science, University of California, Berkeley. © 1993 por The Regents of the University of California. Disponible a través del catálogo *Eureka!*, Lawrence Hall of Science, University of California, Berkeley, CA 94720-5200, U.S.A.; Tel.: (510) 642-1016.

¿De qué trata esta actividad?

La astrología está mucho más presente en la mente de nuestros estudiantes de lo que parece estar la astronomía. Casi todos los periódicos y revistas tienen una columna de astrología. Los estudiantes están interesados en sus signos zodiacales y nosotros podemos usar su interés para ayudarlos a entender las constelaciones. Además, la astrología puede ayudar a los estudiantes a entender el concepto de precesión, el lento balanceo del eje de rotación de la Tierra que ha cambiado las fechas en las que ocurren las constelaciones zodiacales.

¿Qué harán los estudiantes?

Los estudiantes se sentarán en círculo sosteniendo letreros y símbolos de constelaciones, y aprenderán por qué las fechas astrológicas no corresponden con las constelaciones actuales.

Consejos y sugerencias

- Aunque fue diseñada para un planetario, esta actividad se puede realizar en un salón de clases. Coloque una bombilla en el centro del círculo para representar el Sol. Usando un globo terráqueo, señale los lados del planeta donde es de día y donde es de noche. Pídale a los estudiantes que piensen en qué parte del cielo pueden ver desde el lado donde es de noche, y por qué las constelaciónes detrás del Sol — que marcan el signo "solar" — no son visibles durante el día.
- Use un trompo grande para demostrar precesión.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Signos solares	Observar	Pautas de cambio
Estrellas no visibles durante el día	Inferir	
Precesión		

¿Cuál es tu signo?

La mayoría de los estudiantes están interesados en su signo astrológico, a pesar de que muy pocos entienden su significado astronómico. Usted puede explotar el interés de los estudiantes en la astrología para ayudarlos a aprender sobre cómo y por qué cambian las constelaciones con las estaciones, y cómo la fechas de las constelaciones han cambiado lentamente en los últimos dos mil años, debido a la precesión del eje de la Tierra. La actividad usa la técnica de hacer que los estudiantes representen la Tierra, el Sol y las constelaciones, con sus cuerpos. También se ofrecen sugerencias para ayudar a los estudiantes a separar la ciencia de la astronomía de la pseudo-ciencia de la astrología.

Organización: Tarea individual y grupo pequeño

Nivel de razonamiento: Concreto a formal

Estrategia de la actividad: Información directa y sintetización

Objetivos: Al finalizar la lección, los estudiantes deberán poder:

1. Explicar el significado astronómico de su signo astrólogico, o signo solar.
2. Explicar por qué no pueden ver la constelación de su nacimiento el día de su cumpleaños, y cuánto tiempo tendrían que esperar para verla en el cielo nocturno.

Para estudiantes mayores:

3. Definir el "signo del Zodíaco" como una región invisible en el cielo que ya no corresponde a la "constelación del Zodíaco" que tiene el mismo nombre.

MATERIALES

- 13 hojas de papel blanco
- 13 hojas de papel de construcción negro
- 13 hojas de papel de construcción azul claro,
- Cinta adhesiva transparente o engrapadora
- Un marcador de punta ancha
- Material para hacer estrellas (por ejemplo, círculos amarillos, estrellas doradas, pintura o tinta blanca)

Adicionalmente, para verificar la comprensión de los estudiantes, usted puede hacer una copia de la hoja de datos de cada estudiante, y proveer lápices y superficies para escribir.

PREPARACIÓN

1. Pegue o engrape las hojas negras y azules para que tenga trece hojas azules por un lado y negras por el otro. En cada lado negro dibuje una de las constelaciones del Zodíaco, usando estrellas o círculos amarillos o pintura. Rotule y numere cada constelación, como se indica en la hoja maestra.
2. Coloque una lámpara o bola amarilla en el centro del planetario (encima o debajo del proyector) para representar el Sol.
3. (Opcional, para introducir el efecto de la precesión a estudiantes mayores). En cada hoja blanca, escriba el nombre y el símbolo de una de las constelaciones del Zodíaco usando un marcador de punta ancha.

© 1993 por The Regents of the University of California

PRESENTACIÓN

Pregúntele a los estudiantes si saben cuál es el signo astrológico de su nacimiento. La mayoría sabrá cuál es. Pregunte si alguien sabe lo que significa el signo astrológico de nacimiento en términos de las posiciones del Sol, la Luna y los planetas, cuando ellos nacieron. Acepte sus ideas y permita la discusión. Dígale a los estudiantes que el "signo" de una persona es una forma corta de decir su "signo solar" y que en esta actividad ellos aprenderán lo que significa el signo solar.

Acomode a los estudiantes en un círculo grande alrededor del planetario. Pídale a trece estudiantes que sostengan los signos de las constelaciones del Zodíaco de tal manera que estén distribuidos uniformemente alrededor del domo. Si está haciendo esto en un Starlab Planetarium, pídale a los estudiantes que están sentados alrededor del domo que sostengan las tarjetas. El orden de los signos debe ser Aries, Tauro, Géminis, Cáncer, Leo, Virgo, Libra, Escorpio, Ofiuco, Sagitario, Capricornio, Acuario y Piscis. Deben sostener las tarjetas de manera que el lado negro con las estrellas mire hacia el centro del salón. Encienda la luz del "Sol" en el centro del planetario o salón.

Explique que en este modelo del cielo, el Sol está en el centro, y las constelaciones del Zodíaco están acomodadas en un círculo grande, a distancias desconocidas. Como sabemos hoy, la Tierra gira alrededor del Sol.

Pídale a un voluntario que represente la Tierra. Pídale que se pare entre el Sol y el círculo de constelaciones y que camine alrededor del "Sol". Pregúntele a los estudiantes, "¿Cuánto tiempo se necesita para que la Tierra dé una vuelta completa alrededor del Sol?" (Un año).

Ahora alinee la persona que representa la Tierra de manera que desde su punto de vista, el Sol está bloqueando la constelación de Aries. Explique que esta es la posición aproximada de la Tierra durante el período de abril 21 a mayo 20 (estas son las fechas correctas de acuerdo la los astrónomos). Pregúntele a la "Tierra", "¿Cuál constelación está detrás del Sol?" (Aries). Explique que cualquiera que nazca en la Tierra en este momento nacerá bajo el "signo solar" de Aries.

Pídale a la persona que lentamente continúe en la órbita de la Tierra hasta que el Sol esté entre la Tierra y la próxima constelación, y que anuncie cuándo esto ocurre diciendo "Ahora el Sol está entrando la constelación de...", así sucesivamente para dos o tres constelaciones.

Explique que el Sol sigue bloqueando cada constelación por aproximadamente un mes, ya que hay 12 constelaciones zodiacales. Cualquiera que nazca durante ese mes nace bajo ese signo solar. Pregúntele a los estudiantes, "¿Puedes ver tu constelación solar en tu cumpleaños? (No, el Sol está cubriéndola).

Para ilustrar y expandir esta idea, pídale al estudiante que representa la Tierra que mire hacia el Sol, y nombre todas las constelaciones que ve. Pregúntele a la persona que representa la Tierra, "¿Qué hora del día es para las personas que viven en la parte del frente de tu cara?" (De día o mediodía). "¿Pueden éstas personas ver esas constelaciones?" (No). Ahora cada persona sosteniendo el nombre de una constelación que fue nombrada deberá voltearla para que la parte azul mire hacia la Tierra.

Pídale a la persona que representa la Tierra que gire lentamente en su posición hasta que "se ponga el Sol", y salgan las estrellas. A medida que gira, puede ver más y más constelaciones (las cuales deberán tener sus lados negros con estrellas y nombre mirando a la Tierra). Dígale a la persona que representa la Tierra que siga girando hasta que el Sol esté detrás de ella. Pregunte, "¿Qué hora del día es ahora para las personas que viven frente a tu cara?" (De noche, o medianoche). Pídale que nombre las constelaciones que se pueden ver en el cielo de noche. Pídale a esa persona que camine alrededor del Sol, y que se pare en la posición de la Tierra seis meses después. De

© 1993 por The Regents of the University of California

nuevo, pídale a las constelaciones de día que volteen sus lados azules hacia la Tierra, y pídale a la Tierra que gire para observar las constelaciones en el cielo de noche.

Para ver si los estudiantes entienden el modelo, pregúnteles si pueden ver su constelación de nacimiento o solar en el día de sus cumpleaños? (No). ¿Cuánto tiempo tendrían que esperar para ver su constelación de nacimiento a la medianoche? (Aproximadamente seis meses). Distribuya la hoja de datos y dele tiempo a los estudiantes para responder las preguntas. Provea tiempo para la discusión de las respuestas.

Usando el cielo de un planetario, señale una constelación del Zodíaco y pídale a los estudiantes que indiquen dónde esperarían ver otra. Refuerce la idea de que las constelaciones del Zodíaco no fueron escogidas porque eran brillantes y fáciles de hallar, sino porque el Sol parece estar frente a ellas. El Zodíaco forma una línea o círculo alrededor del cielo.

Para reforzar el entendimiento de los estudiantes sobre los signos zodiacales, pídales que adivinen cuál es su "signo lunar". (Es la constelación del Zodíaco donde estaba la Luna cuando ellos nacieron. De igual manera, el "signo del amanecer" o "ascensión" es el signo del Zodíaco que estaba saliendo en el horizonte oriental al momento en que ellos nacieron).

Los ***astrólogos*** dividen el cielo en sólo 12 signos (constelaciones), omitiendo Ofiuco. ¡Nunca encontrará un astrólogo que designe el nacimiento de alguien en Ofiuco! Los astrólogos, además, suponen que el Sol está en un signo por un mes. Los ***astrónomos*** dividen el cielo en constelaciones con límites precisos. La cantidad de tiempo en que el Sol está en cada constelación del Zodíaco es diferente, determinada por los límites exactos de la constelación. Los tiempos exactos que el Sol está en cada constelación se dan en las páginas 14-15 en la columna "Fechas de los astrónomos". Note que las fechas de los astrólogos tiene errores de casi un mes.

Opcional: Para estudiantes mayores, explique la diferencia entre "signo" y "constelación" como sigue: Más de 4,000 años atrás, cuando se inventó la astrología, el Sol siempre se alineaba con las mismas constelaciones en las mismas fechas. Sin embargo, al cabo de miles de años, los astrónomos empezaron a notar que las fechas en que se esperaba que se alineara el Sol con una constelación cambiaban lentamente. Ahora, más de 4,000 años después, las constelaciones del Zodíaco se han "corrido" una constelación entera. Este efecto es causado por el lento "tambaleo" del eje de la Tierra, llamado precesión.

Los astrólogos, sin embargo, aún juzgan el signo solar de una persona de acuerdo a las fechas antiguas. Esto significa que de una persona que nació entre abril 21 y mayo 21 todavía se dice que nació "bajo el signo solar de Tauro", pero en el cumpleaños de esa persona, el Sol verdaderamente estaba alineado con la constelación de Aries. El signo lunar, el signo del amanecer, y otros signos astrológicos también tienen errores de aproximadamente una constelación. Por lo tanto, el signo del Zodíaco representa un área invisible en el cielo que ya no corresponde a la constelación del Zodíaco que tiene el mismo nombre. En aproximadamente 26,000 años, cuando el eje la Tierra complete un circulo completo, los signos y las constelaciones se alinearán de nuevo.

Ilustre esta idea distribuyendo hojas blancas con los símbolos y nombres de los signos zodiacales. Acomódelas en un círculo, para que los estudiantes sostengan los signos una posición a la izquierda de las constelaciones del mismo nombre. Por ejemplo, el signo de Aries estará en frente de la constelación de Piscis. Pídale a otro voluntario que nombre tanto el signo como la constelación con la cual se alinea el Sol en diferentes meses. ¿Cómo podemos representar la manera en que los signos estarán en 4,000 d.C.? (Mueva los signos una posición más a la izquierda).

Resuma diciéndole a los estudiantes que

© 1993 por The Regents of the University of California

ellos acaban de crear un modelo que ilustra el significado de "signo astrológico de nacimiento", o "signo solar". El que crean o no en la pseudo-ciencia de la astrología — la cual sostiene que las personas que nacen bajo el mismo signo astrológico tienen ciertas características en común — es asunto de ellos. La ciencia de la astronomía no dice tal cosa.

Es posible que los estudiantes estén interesados en saber que hace varios miles de años, cuando la mayoría de las personas creían en la astrología, muchos astrónomos famosos, tales como Claudio Tolomeo, Johannes Kepler y Tyco Brahe, se ganaban la vida haciendo predicciones astrológicas. Quizá que sus estudiantes quieran buscar estos nombres en una enciclopedia para averiguar sus contribuciones a la astronomía.

Algunos historiadores modernos dicen que el motivo más importante para estudiar astromomía a través de los tiempos, ha sido el deseo de hacer predicciones astrológicas más precisas. Así que, si no fuera por la práctica de la astrología en el pasado, tal vez no habría astronomía hoy.

Los artículos que se mencionan abajo tienen información excelente en las relaciones y distinciones entre la astronomía y la astrología:

Mechler, Gary, Cyndi McDaniel, y Steven Mulloy, "*Response to The National Inquirer Astrology Study*", en *The Skeptical Inquirer*, 6 de mayo de 1980. El estudio se realizó en la Northern Kentucky University.

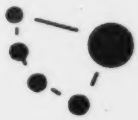
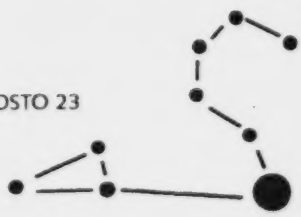
Shapiro, Lee T., "*The Real Constellations of the Zodiac*", *The Planetarian* (el periódico de la *International Planetarium Society*), marzo, 1997, páginas 17-18.

Fraknoi, Andrew, "*Your Astrology Defense Kit*", *Sky and Telescope*, agosto, 1989, p.146.

Buenos artículos y actividades para el salón de clases sobre cómo desenmascarar la astrología, se pueden hallar en la *Universe in Classroom Newsletter*, #11, Otoño, 1988. Está disponible en la *Astronomical Society of the Pacific*, 390 Ashton Ave., San Francisco, CA 94112, U.S.A.; Tel.:(415) 337-1100.

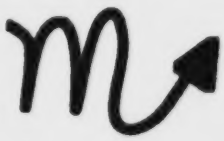
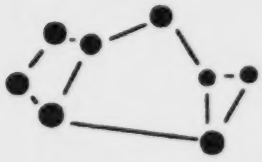
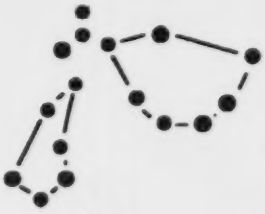
© 1993 por The Regents of the University of California

El Zodíaco

	FECHAS DE LOS ASTRÓLOGOS	CONSTELACIÓN	SÍMBOLO	FECHAS DE LOS ASTRÓNOMOS
ARIES	MARZO 21 A ABRIL 20			ABRIL 19 - MAYO13 (25 DÍAS)
TAURO	ABRIL 21 A MAYO 21			MAYO 14 - JUNIO 19 (37 DÍAS)
GÉMINIS	MAYO 22 A JUNIO 21			JUNIO 21 - JULIO 20 (31 DÍAS)
CÁNCER	JUNIO 22 A JULIO 22			JULIO 21 - AGOSTO 9 (20 DÍAS)
LEO	JULIO 23 A AGOSTO 23			AGOSTO 10 - SEPT. 15 (37 DÍAS)
VIRGO	AGOSTO 24 A SEPT. 23			SEPT. 16 - OCT. 30 (45 DÍAS)

© 1993 por The Regents of the University of California

El Zodíaco

FECHAS DE LOS ASTRÓLOGOS	CONSTELACIÓN	SÍMBOLO	FECHAS DE LOS ASTRÓNOMOS
LIBRA SEPT 24 A OCT 23			OCT. 31 – NOV. 22 (23 DÍAS)
ESCORPIO OCT. 24 A NOV. 22			NOV. 23 – NOV. 29 (7 DÍAS)
OFIUCO NO ESTÁ RECONOCIDO POR LOS ASTRÓLOGOS		**NO TIENE SÍMBOLO COMO UN SIGNO DEL ZODÍACO.**	NOV. 30 – DIC. 17 (18 DÍAS)
SAGITARIO NOV. 23 A DIC.21			DIC. 18 – ENERO 18 (32 DÍAS)
CAPRICORNIO DIC. 22 A ENERO 20			ENERO 19 – FEB. 15 (28 DÍAS)
ACUARIO ENERO 21 A FEB. 19			FEB. 16 – MARZO 11 (24 DÍAS)
PISCIS FEB. 20 A MARZO 20			MARZO 12 – ABRIL 18 (38 DÍAS)

© 1993 por The Regents of the University of California

El Zodíaco de día y de noche

NOMBRE: _____ FECHA: _____

1. En la figura de abajo, ¿qué constelación del Zodíaco estará detrás del Sol, vista desde la Tierra?

   _____

2. Según la misma figura, ¿que constelación del Zodíaco se vería directamente arriba a la medianoche?

   _____

3. Dibuja la Tierra en el lugar apropiado para tu cumpleaños y haz una lista de la siguente información:

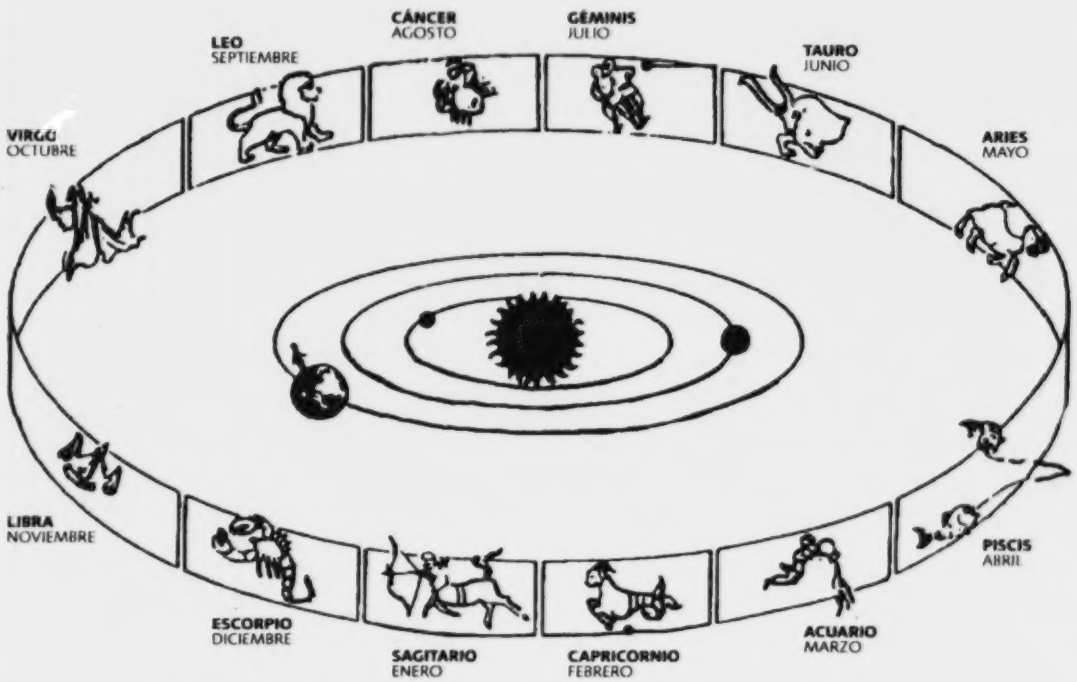
   Para mi cumpleaños (escribe la fecha) _____

   a. La constelación detrás del Sol es _____

   b. La constelación arriba a la medianoche es _____

4. ¿Cuál es la constelación del Zodíaco de los astrónomos que falta en este dibujo?

   _____



© 1993 por The Regents of the University of California

ACTIVIDADES SOBRE LA ASTROLOGÍA

ACTIVIDAD 11.2

EDADES: 12- 14+

Fuente: Esta actividad fue escrita por Andrew Fraknoi, *Astronomical Society of the Pacific*, 390 Ashton Avenue, San Francisco, CA 94112, U.S.A.; Tel.:(415) 337-1100. Derechos reservados © 1993 por Astronomical Society of the Pacific. La actividad incorpora sugerencias e ideas de Diane Almgren, Daniel Helm y Dennis Schatz.

¿De qué trata esta actividad?
Estas actividades ayudan a los estudiantes a entender la diferencia entre ciencia y pseudo-ciencia, investigando algunas ideas de la astrología. Deje que los estudiantes tengan una buena discusión después de haber trabajado con estas actividades. Lea *¿Cómo deferdense de la astrología?*, que se encuentra en una sección anterior, antes de realizar esta actividad.

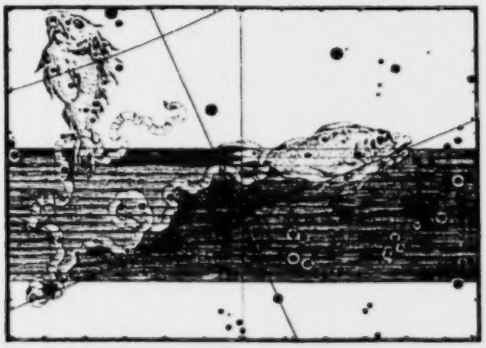
¿Qué harán los estudiantes?
Los estudiantes examinarán la validez de la astrología haciendo tablas con las fechas de nacimiento de los presidentes de los Estados Unidos, y comparando horóscopos en diferentes periódicos. Finalmente, los estudiantes intentarán identificar su propio horóscopo de una lista sin los nombres de los signos.

Consejos y sugerencias

- Haga una tabla con los horóscopos de otras personas famosas (premios Nobel en ciencia, líderes mundiales o actores), de quienes puede esperarse que tengan características comunes de personalidad.
- La actividad final, donde los estudiantes tratan de encontrar su propio horóscopo en una lista de horóscopos sin identificar, funciona mejor en grupos grandes de estudiantes.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
La astrología esta basada en las antiguas posiciones de las constelaciones	Predecir	Diversidad y unidad
Refutar una teoría científica	Inferir	
	Razonar	
	Reconocer parcialidad	



ACTIVIDADES SOBRE LA ASTROLOGÍA

por Andrew Fraknoi
Foothill College y Astronomical Society of the Pacific

METAS:
Estas tres actividades están diseñadas para:

1. Ayudar a los estudiantes a pensar críticamente sobre la pseudo-ciencia de la astrología.
2. Familiarizarlos con la clase de pruebas estadísticas que hacen los científicos para evaluar hipótesis.

"La culpa querido Brutus, no está en nuestras estrellas, sino en nosotros mismos..."

Julio César , Acto 1, Escena 2
William Shakespeare

ACTIVIDAD 1: EXAMINANDO LA ASTROLOGÍA CON LAS FECHAS DE NACIMIENTO DE LOS PRESIDENTES

Los astrólogos le dirán que el signo "solar" (en qué signo del Zodíaco estaba el Sol cuando nació un individuo) es un factor crucial para la ocupación que escoja la persona y un fuerte determinante de su personalidad en general. Como ejemplo de cómo podemos probar tal hipótesis, los estudiantes examinarán las fechas de nacimiento de 42 hombres que han realizado el trabajo de Presidente de los Estados Unidos.

Después de todo, se necesita cierta personalidad para ser presidente (extrovertido, bien educado, ambicioso). Si la personalidad y la ocupación son afectadas por el signo solar, las fechas de nacimiento de los presidentes deberán estar agrupadas en uno (o varios) signos. Si los signos solares no afectan la personalidad ni la ocupación, los días de los cumpleaños de los presidentes estarán distribuidos al azar en los signos zodiacales.

Pídale a los estudiantes que usen la hoja de trabajo adjunta para determinar los signos astrológicos de los 41 presidentes y que discutan sus resultados. Antes de hacer esta actividad tendrá que repasar con la clase el concepto de distribución aleatoria.

Cuando los estudiantes acaben con sus hojas de trabajo, discuta cuántos presidentes esperaríamos que tuvieran cada signo, si los cumpleaños de los 42 presidentes estuvieran distribuidos al azar entre los 12 signos del Zodíaco. Dado que hay 42 personas, debería haber 3.5 personas ($42 \div 12 = 3.5$) en cada uno de los 12 signos, si estuvieran distribuidos aleatoriamente. (Con solo 42 datos, puede esperar uno o dos menos, o uno o dos más, presidentes en un signo dado).

Como extensión, puede motivar a los estudiantes a discutir otras (y mejores) maneras de probar esta hipótesis. ¿Qué otras ocupaciones están determinadas por la personalidad pero tienen más de 42 personas en ella?

Estas actividades incorporan ideas y sugerencias de Diane Almgren de Broomfield, CO; Daniel Helm de Phoenix, AZ; y Dennis Schatz del *Pacific Science Center* en Seattle, WA.

© *1993 por Astronomical Society of the Pacific*

HOJA DE TRABAJO DEL ESTUDIANTE

Examinando la astrología con los cumpleaños de los presidentes

NOMBRE: _____ FECHA: _____

1. GEORGE WASHINGTON	22 febrero 1732	22. GROVER CLEVELAND	18 marzo 1837
2. JOHN ADAMS	30 octubre 1735	23. BENJAMIN HARRISON	20 agosto 1833
3. THOMAS JEFFERSON	13 abril 1743	24. WILLIAM MCKINLEY	29 enero 1843
4. JAMES MADISON	16 marzo 1751	25. TEDDY ROOSEVELT	27 octubre 1858
5. JAMES MONROE	28 abril 1758	26. WILLIAM TAFT	15 sept. 1857
6. JOHN Q. ADAMS	11 julio 1767	27. WOODROW WILSON	28 diciembre 1856
7. ANDREW JACKSON	15 marzo 1767	28. WARREN HARDING	2 noviembre 1865
8. MARTIN VAN BUREN	5 diciembre 1782	29. CALVIN COOLIDGE	4 julio 1872
9. WILLIAM HARRISON	9 febrero 1773	30. HERBERT HOOVER	10 agosto 1874
10. JOHN TYLER	29 marzo 1790	31. FRANKLIN ROOSEVELT	30 enero 1882
11. JAMES POLK	2 noviembre 1795	32. HARRY TRUMAN	8 mayo 1884
12. ZACHARY TAYLOR	24 noviembre 1784	33. DWIGHT EISENHOWER	14 octubre 1890
13. MILLARD FILLMORE	7 enero 1800	34. JOHN KENNEDY	29 mayo 1917
14. FRANKLIN PIERCE	23 noviembre 1804	35. LYNDON JOHNSON	27 agosto 1908
15. JAMES BUCHANAN	23 abril 1791	36. RICHARD NIXON	9 enero 1913
16. ABRAHAM LINCOLN	12 febrero 1809	37. GERALD FORD	14 julio 1913
17. ANDREW JOHNSON	29 diciembre 1808	38. JIMMY CARTER	1 octubre 1924
18. ULYSSES GRANT	27 abril 1822	39. RONALD REAGAN	6 febrero 1911
19. RUTHERFORD HAYES	4 octubre 1822	40. GEORGE BUSH	12 junio 1924
20. JAMES GARFIELD	19 noviembre 1831	41. WILLIAM CLINTON	19 agosto 1946
21. CHESTER ARTHUR	5 octubre 1830	42. GEORGE W. BUSH	6 julio 1946

1. ¿Cuál signo crees que tendrá el mayor número de presidentes?

2. ¿Cuántas fechas de nacimiento hay en cada uno de los signos zodicales?

ARIES: _____	LIBRA: _____	TAURO: _____
ESCORPIO: _____	GÉMINIS: _____	SAGITARIO:_____
CÁNCER: _____	CAPRICORNIO: _____	LEO: _____
ACUARIO: _____	VIRGO: _____	PISCIS: _____

3. ¿Qué signo tiene el mayor número de presidentes? ¿Cuántos?

4. ¿Qué signo tiene el menor número de presidentes? ¿Cuántos?

5. Mirando los resultados, ¿ves algún patrón?

6. ¿Dirías que las fechas de nacimiento de los presidentes están agrupadas en uno o varios signos?

© 1993 por Astronomical Society of the Pacific

ACTIVIDAD 2: HORÓSCOPOS DE DIFERENTES ASTRÓLOGOS

En esta actividad, los estudiantes compararán los horóscopos de diferentes periódicos para el mismo día. Pídale a los estudiantes que traigan los periódicos o traígalos usted mismo. También puede fotocopiar los periódicos en una biblioteca local, aunque las fotocopias reducen un poco el impacto psicológico de la actividad. Mientras más periódicos tenga, mejor será la actividad.

Recorte las secciones del periódico con los horóscopos y distribúyalas a los estudiantes. Para mayor impacto, recorte los horóscopos a la vista de los estudiantes. Seleccione los signos de uno o más estudiantes. Pídale a varios estudiantes que lean en voz alta los diferentes horóscopos de varios periódicos. Discuta las siguientes preguntas:

1) ¿Qué tan bien concuerdan las predicciones de diferentes astrólogos para el signo de ese estudiante?
2) ¿ Qué tan específicos son los enunciados del periódico?
3) ¿Se pueden aplicar a muchas personas diferentes?
4) ¿De qué maneras se podrían aplicar los enunciados a diferentes personas?

Pídale a los estudiantes que discutan algunas razones de por qué las predicciones en las columnas de astrología son generales y ambiguas.

ACTIVIDAD 3: HORÓSCOPOS MEZCLADOS

En esta actividad, los estudiantes tratan de hallar su propio signo en una variedad de signos sin identificación en una columna de horóscopos. Use una columna de astrología de un periódico reciente (de hoy, ayer o el pasado fin de semana). Es mejor usar un periódico de otra ciudad para que los estudiantes no lo hayan visto. Recorte los horóscopos quitando las fechas, los signos, y todas las referencias al signo, tales como "a veces, eres un verdadero león". Asegúrese de hacer una copia para usted de las columnas completas. Mezcle las descripciones y asígnele a cada una un número del 1 al 12. Transfiera estos números a su copia para usar como referencia.

Pídale a cada estudiante que escriba su nombre y fecha de nacimiento en un papel. Distribuya a los estudiantes la hoja con todos los horóscopos enumerados (pero sin rotular) y pídales que escojan la descripción que mejor encaje con el día en cuestión. (Asegúrese de recordarles las fechas a las que se aplican los horóscopos).

Pídale a los estudiantes que predigan el resultado de este experimento. Para evitar cambios repentinos en las respuestas, pídale a los estudiantes que intercambien sus papeles después de hacer las predicciones. Coloque los signos y las fechas de cumpleaños asociadas con cada párrafo numerado en la pizarra. Pídale a la clase que cuente cuántos estudiantes escogieron su propio signo dentro de los 12 y cuántos no.

Si la astrología predice correctamente el cumpleaños de una persona (la hipótesis del astrólogo), la mayoría de los estudiantes podrá encontrar su propio párrafo. Pero si es el azar y no las estrellas lo que gobierna la composición de estas descripiciones (la hipótesis del escéptico), esperaríamos que sólo uno de cada 12 estudiantes hubiera seleccionado la descripción de su propio signo.

ADVERTENCIA

Con un número pequeño de estudiantes en una clase, puede suceder que haya más selecciones correctas de lo que uno esperaría por azar. Con estudiantes mayores, esto le puede dar una buena oportunidad para discutir la necesidad de muestras grandes en buenos estudios estadísticos. Si los estudiantes se quedan intrigados con tales aciertos adicionales, pueden extender la actividad a otros estudiantes o personal de la escuela.

© 1993 por Astronomical Society of the Pacific

Sección 12

Astronomía en otras culturas

CREANDO UNA CONSTELACIÓN

ACTIVIDAD 12.1

EDADES: 9-12

Fuente: Reimpreso con el permiso de *Astro Adventures*, por Dennis Schatz y Doug Cooper. Derechos reservados © 1994 por Pacific Science Center. No se permite ninguna reproducción de esta actividad sin el permiso por escrito del Pacific Science Center. Ordene *Astro Adventures* en *Arches Gift Shop, Pacific Science Center*, 200 Second Ave. N., Seattle, WA 98109-4895, U.S.A.; Tel.:(206) 443-2001.

¿De qué trata esta actividad?

Esta actividad es una buena manera de explorar la idea de que la astronomía es una empresa humana, realizada por personas en todas partes del mundo. Si le pide a los estudiantes que nombren una constelación, es posible que mencionen "la Gran Cacerola" (la cual es realmente parte de la Osa Mayor) o tal vez "Orión", el cazador. Seguramente las imágenes de un oso o un cazador no serán fácilmente visualizadas por los estudiantes y muchos se preguntarán por la relación entre los nombres y la forma de estos grupos de estrellas. Esta actividad ayuda a los estudiantes a entender el origen de las imágenes y los mitos asociados por diferentes culturas con ciertos grupos de estrellas. La actividad esta basada en la Osa Mayor, visible solamente desde el hemisferio norte. Si usted está en el hemisferio sur, la actividad se puede adaptar a otras constelaciones, como Orion o la Cruz del Sur.

¿Qué harán los estudiantes?

Los estudiantes aprenderán la definición de constelación y diseñarán la suya propia usando un patrón de estrellas. Los estudiantes crearán un breve mito para explicar su constelación, y compartirán sus imágenes e historias. Los estudiantes podrán discutir cómo otras culturas alrededor del mundo veían el mismo grupo de estrellas que nosotros llamamos la Osa Mayor.

Consejos y sugerencias

- Cuando se discutan las historias de otras culturas, describa quién decía los mitos, en qué momento del año eran visibles las estrellas, dónde en el cielo aparecían esas estrellas, y cómo la gente tejía sus tradiciones culturales en las historias. Las historias tienen más sentido cuando se integran con la apariencia de la constelación, durante una estación particular.
- Vea la *Sección 6 Buscando estrellas y constelaci-ones*, que tiene actividades relacionadas con esta.
- Haga esta actividad con otras constelaciones. La actividad *Caja de estrellas* por Catherine Tennant, que contiene 32 tarjetas de constelaciones con agujeros de tamaño apropiado, es un buen recurso (disponible a través del catálogo educativo de la *Astronomical Society of the Pacific*).

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Constelaciones (vistas por diferentes personas en la Tierra)	Imaginar Comunicar Explicar	Pautas de cambio

CREANDO UNA CONSTELACIÓN

por Dennis Schatz y Doug Cooper
Pacific Science Center

Por siglos, las personas de todo el mundo han mirado las estrellas. Las figuras que ven les recuerdan objetos familiares o personajes de historias. Culturas diferentes tienen diferentes criaturas e historias mitológicas asociadas con diferentes constelaciones.

Esta actividad permite a los estudiantes crear sus propias constelaciones e historias para cierto grupo de estrellas y compararlas con lo que otras culturas han visto en el mismo grupo.

CONCEPTO

Las contelaciones son estrellas que han sido agrupadas para sugerir objetos, animales, personajes históricos o personas importantes de una cultura.

OBJETIVOS

Los estudiantes:

- definirán el término constelación como la forma de un grupo de estrellas
- usarán un grupo de estrellas para diseñar una constelación
- escribirán un mito corto sobre su propia constelación

MATERIALES

- Grupo de estrellas de "Creando una constelación"
- transparencia del grupo de estrellas
- lápiz
- papel en blanco

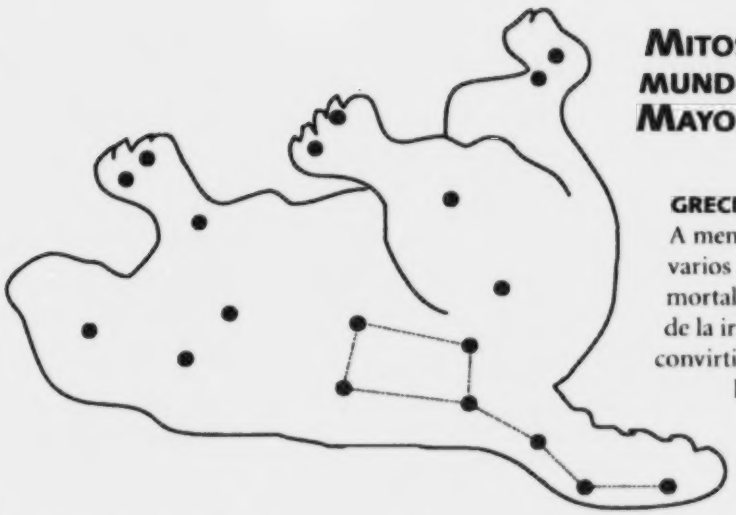
PROCEDIMIENTO

Preparación por adelantado:

Haga copias de la hoja del grupo de estrellas para cada estudiante. Haga una transparencia para un proyector vertical.

1. Pídale a los estudiantes que nombren algunas de las constelaciones de las que han oido hablar, o que han observado. Discuta con ellos cómo creen que las constelaciones obtuvieron sus nombres. Defina el término constelación.
2. Distribuya a cada estudiante una copia del grupo de estrellas "Creando una constelación." Pídale a los estudiantes que observen el grupo de estrellas en todas las orientaciones posibles.
3. Pídale a los estudiantes que dibujen figuras u objetos usando algunas o todas las estrellas en el grupo de estrellas.
4. Pídale a los estudiantes que escriban breves historias sobre sus figuras y de cómo las figuras terminaron puestas en las estrellas.
5. Comparta las historias y dibujos creados por los estudiantes para enfatizar cómo gente diferente ve figuras diferentes en el mismo grupo de estrellas. Las historias y dibujos de los estudiantes se pueden colocar en una cartelera o recopilarlas en un libro para la clase.
6. Enfatice a los estudiantes el hecho de que así como ellos vieron figuras diferentes en los grupos de estrellas, varias culturas diferentes han visto distintas figuras en las mismas estrellas. El grupo de estrellas en la hoja "Creando un constelación" representa un verdadero grupo de estrellas visibles en la noche.

© 1994 por Pacific Science Center



MITOS DE ALREDEDOR DEL MUNDO SOBRE LA OSA MAYOR

GRECIA ANTIGUA

A menudo el dios Zeus se convertía en varios animales para seducir a las mujeres mortales. Para esconder a la ninfa Calisto de la ira de su esposa Hera, Zeus la convirtió en una osa. Esto salvó a Calisto de la ira de Hera, pero la introdujo a otros peligros – ahora los cazadores terrestres la tomaban por un oso común y trataban de matarla. Un cazador, llamado Actas, vio a la osa Calisto, apuntó su arco y se preparó para matarla. Más aún, Actas era el hijo de Calisto. Para evitar que Actas matara a su madre, Zeus los colocó juntos en el cielo como la Osa Mayor y la Osa Menor (según este mito, debería ser "el" Oso Menor, pero el nombre nos ha llegado en femenino). Según Ovidio, Zeus agarró las criaturas de las colas y las lanzó al cielo, lo que explica el hecho de que tanto la Osa Mayor como la Menor tengan colas demasiado largas.

Según otro mito griego, el cielo está hecho de un cristal suave y flexible. Clavada en este cristal hay una piel de oso, sostenida por siete clavos. Los siete puntos forman la Gran Cacerola.

En otra historia, Zeus se enojó con un pobre oso terrestre, lo agarró por la cola, le dio vueltas sobre su cabeza, y lo tiró al cielo.

Para Homero, esta constelación era tanto un oso como un "carro" (una carreta). Él colocó el oso sobre el escudo de Aquiles, como se describe en detalle en uno de los libros de la *Ilíada*.

7. Usando un proyector vertical, muestre a los estudiantes dónde está la Gran Cacerola en el grupo de estrellas. De hecho, este grupo es la constelación de la Osa Mayor. Los astrónomos no consideran la Gran Cacerola como una constelación, porque es parte de un grupo más grande de estrellas. Si es posible, dibuje el resto del oso.
8. Lea historias de diferentes culturas basadas en este mismo grupo de estrellas. Es posible que los estudiantes deseen ilustrar estas historias usando la hoja de Creando una constelación.
9. Pídale a los estudiantes que investiguen otras constelaciones. Trate de encontrar diferentes historias y mitos para el mismo grupo de estrellas.

© 1994 por Pacific Science Center

LOS IROQUESES

Había una vez, en una tierra extraña y lejana (el estado de Nueva York, donde queda la ciudad del mismo nombre), un grupo de cazadores persiguiendo a un oso por el bosque. Los cazadores se encontraron con tres gigantes, quienes enojados por la persecución, atacaron y mataron a todos los cazadores, excepto a tres. De repente, los tres sobrevivientes y el oso fueron transportados al cielo, donde continúa la persecución hasta este día. El oso está formado por las cuatro estrellas en la taza de la cacerola, y las tres estrellas en el mango representan los tres cazadores. El que está más cerca al oso, lleva un arco para matarlo, el próximo lleva una olla para hervir al oso, y el último lleva la leña para prender el fuego. El que lleva la olla es la estrella Mizar, y su olla es la débil estrella compañera de Mizar, la estrella Alcor.

LOS ZUNI

Durante la mayoría del año, el gran oso proteje las tierras del occidente de los dioses fríos del norte. Sin embargo, en el invierno el oso entra en hibernación, dejando a las tierras a merced del aliento frío de los dioses del hielo. El oso despierta en la primavera — se escucha su gruñido en el trueno de las tormentas primaverales — y persigue a los dioses fríos de regreso al norte, donde pertenecen.

LOS HOUSATONICOS

El gran oso entra en hibernación cada invierno en la cueva conocida por los griegos como la Corona Borealis (o "corona del norte"). Tres cazadores hallan al oso dormido y lo atacan. El oso despierta en agonía y sale enfurecido a través del cielo, con los tres cazadores persiguiéndolo. Es la imagen de esta caza lo que vemos cuando miramos al cielo — las cuatro estrellas en la taza forman el oso y el mango de la cacerola son los tres guerreros. La caza dura por un buen tiempo; finalmente, alrededor de octubre, los cazadores alcanzan a su presa. El líder toma su lanza y apuñala el oso. La criatura no muere, pero sangra profusamente y la sangre cae del cielo sobre los árboles. Por eso las hojas se tornan rojo brillante en el otoño.

PAÍS VASCO

Había una vez, en el País Vasco, un hombre al que le fueron robados dos bueyes por dos ladrones. Enfurecido, el hombre envió a su sirviente, su ama de llaves y su perro a persegir a los ladrones y a recuperar a los bueyes. Luego de una larga espera, el hombre perdió la paciencia y fue a perseguir a los ladrones él mismo. Como castigo a su impaciencia, el hombre fue llevado al cielo con el resto de los elementos de la historia. Las primeras dos estrellas en la taza de la cacerola son los dos bueyes, las otras dos estrellas son los dos ladrones; en el mango de la cacerola están el sirviente, el ama de llaves y el patrón, quien es la última estrella. El perro es la estrella débil Alcor.

LOS WARAO

La Cruz del Sur es uno de los grupos de estrellas más fáciles de identificar en el cielo sureño. Sus estrellas son bastante brillantes y delinean un simple patrón en forma de cruz. Esta patrón parece un pájaro, con la viga más corta de la cruz formando un par de alas extendidas. Los Warao, quienes viven en el delta del río Orinoco en Venezuela, tienen una narrativa acerca de la aparicion y desaparición de las estrellas de la Cruz del Sur. Esta historia no es una descripción precisa del comportamiento de la constelación, pero es interesante y tiene significado simbólico para la gente que la relata.

Los Warao dicen que la Cruz del Sur asciende cada noche a las 9 pm, en el momento en que una vieja mujer del pueblo sale a las afueras a llamar a Shiborori, el pájaro que vuela a través de la noche. Esta criatura tiene ojos rojos brillantes, un pico rojo, y una cresta roja, con un ala roja, con manchas verdes y azules y una ala azul con manchas verdes y amarillas. Su cuerpo, cola y cabeza son de color verde oscuro.

© 1994 por Pacific Science Center

El sonido del aleteo de Shiborori proteje a los niños Warao de la muerte a mano de los siniestros dioses y espíritus que viven justo debajo del horizonte occidental. Shiborori es perseguido todas las noches por dos cazadores (Alfa- y Beta-Centauri, las dos brillantes estrellas que apuntan hacia la Cruz del Sur y la siguen a través del cielo). Si algún día los cazadores lo alcanzaran o si el pájaro dejara de volar alguna noche, los Warao creen que todos sus niños se perderían en el inframundo.

CHINA

Los antiguos astrónomos chinos llamaron a esta constelación "La balanza de jade del destino". Los campesinos chinos la llamaron la "Medida de grano".

ÁRABES

Los antiguos astrónomos árabes vieron un funeral en esta constelación. El ataúd está formado por las cuatro estrellas de la taza de la cacerola; los duelos, hijos del fallecido, son las tres estrellas en el mango. Las tres estrellas están siguiendo la Estrella del Norte buscando venganza, porque es la estrella que mató a su padre.

ALEMANIA

Para los antiguos alemanes, quienes tenían mucha experiencia de primera mano con osos, esta constelación no era un oso. Era un "Gross Wagen" (carro grande).

INGLATERRA

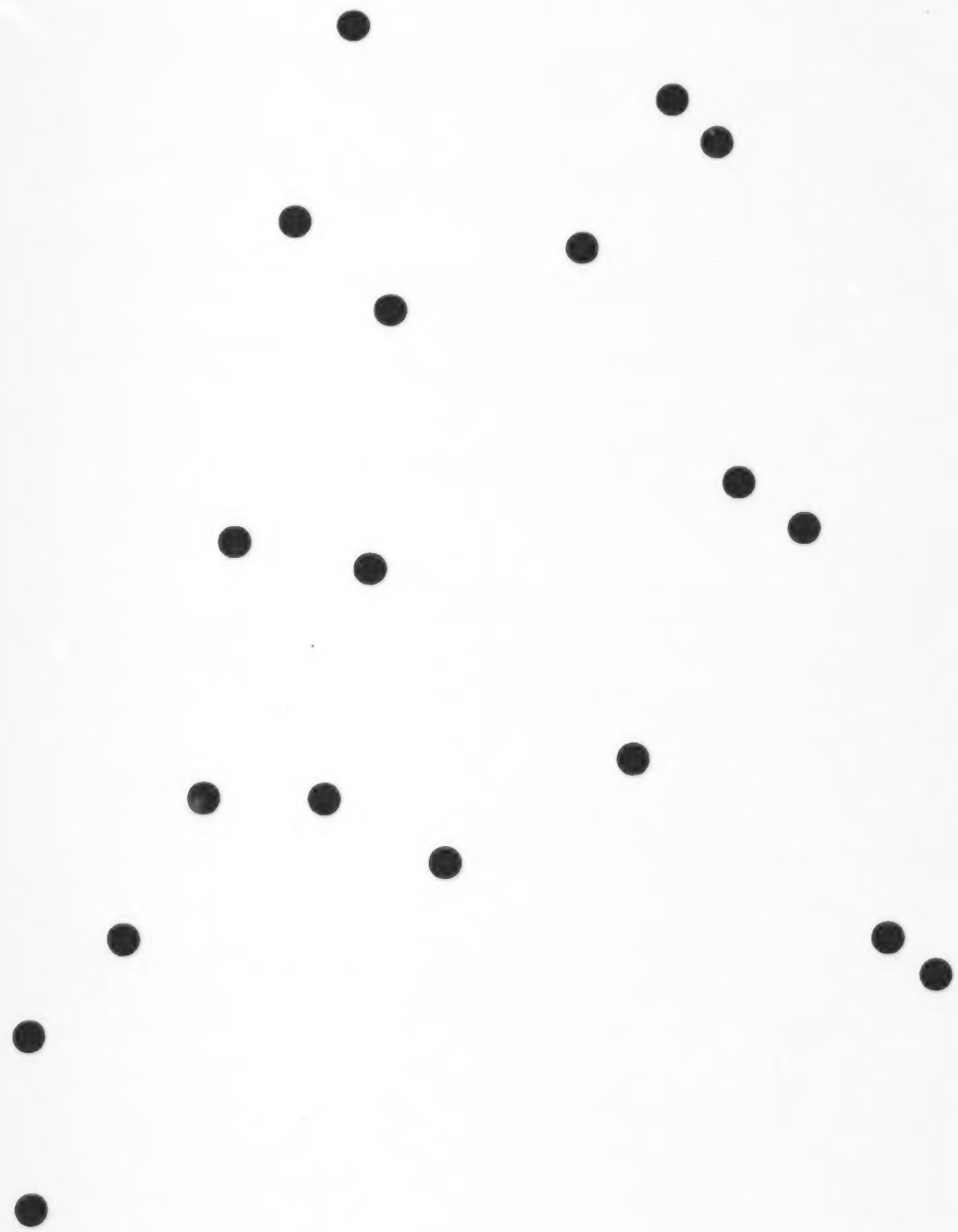
Se decía que el Rey Arturo vivía en la parte del cielo marcada por la Osa Mayor. Con el tiempo, este concepto se convirtió en el "Carro del Rey Arturo," circundando el polo lentamente. Los irlandeses se refieren a este grupo de estrellas como el "Carro del Rey David".

© 1994 por Pacific Science Center

CREANDO UNA CONSTELACIÓN

ASTRÓNOMO: _____

FECHA: _____



© 1994 por Pacific Science Center

ENSEÑANDO CON HISTORIAS Y SÍMBOLOS

ACTIVIDAD 12.2

EDADES: 5-11

Fuente: Las actividades "Enseñando con historias y símbolos" y "Cajas de historias" fueron desarrolladas por Thea Canizo, de *Project ARTIST* de la University of Arizona, Tucson. Reimpreso con el permiso de la revista *Science Scope*, ejemplar de marzo de 1994. Derechos reservados © 1994 *National Science Teachers Association*, 1840 Wilson Blvd., Arlington, VA 22201-3000, U.S.A. La publicación está agotada. Los signos del Sol fueron reimpresos con el permiso de *Indian Designs*, por David y Jean Villaseñor. Derechos reservados © 1983 por NATUREGRAPH Publishers, Inc., P.O. Box 1047, Happy Camp, CA 96039, U.S.A. Tel.: (800) 390-5353.

¿De qué trata esta actividad?

Estas tres actividades relacionadas muestran a los estudiantes que la astronomía era importante para las culturas antiguas y sigue siéndolo para culturas del presente. Apropiadas para estudiantes menores, las actividades les dan oportunidades para decorar los símbolos del Sol de varias culturas, y para relatar nuevamente los mitos astronómicos usando marionetas de fieltro.

¿Qué harán los estudiantes?

Los estudiantes aprenderán sobre los símbolos del Sol en diferentes culturas y decorarán o crearán sus propios símbolos para colgarlos en el salón de clases o llevarlos a casa. En la tercera actividad, los estudiantes relatan un mito astronómico o leyenda para sí mismos, sus compañeros o sus padres.

Consejos y sugerencias

- Pídale a los estudiantes que creen y decoren sus propios símbolos del Sol, o que se inventen sus propios mitos.
- Los signos de Sol, desarrollados por culturas con muchos siglos de antigüedad, así como los otros diseños de *Indian Designs*, son excelentes para talleres, exploraciones y proyectos en clases multiculturales y bilingües. Estos diseños se pueden usar de muchas maneras para ilustrar el conocimiento popular sobre el cielo o para otros proyectos.
- Los símbolos que se incluyen aquí pertenecen todos a culturas indígenas del suroeste de Norteamérica. Puede reemplazar los por símbolos de culturas de su país o región.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	**Habilidades de investigación**
Símbolos del Sol en diferentes culturas	Explicar
	Imaginar

ENSEÑANDO CON HISTORIAS Y SÍMBOLOS

ACTIVIDADES MULTICULTURALES DE FOLCLOR SOBRE EL CIELO

Las tres actividades que siguen se usaron exitosamente en los talleres de *Science Materials for Bilingual Classrooms*. El aspecto narrativo de estas actividades tuvo gran acogida entre maestros de nivel intermedio y primaria. La actividad "Cajas de historias" fue adaptada del currículo de una escuela religiosa; 'Crea tus propios símbolos del Sol' fue desarrollada por la participante y facilitadora de ARTIST, Thea Canizo, Vail Middle School, Tucson, Arizona, luego de un taller piloto de ARTIST; "Vitrales de símbolos del Sol" fue adaptada de una actividad de día festivo que varios miembros del personal habían usado para exploradores y otros grupos de jóvenes. Estamos continuamente buscando el folclor y saber popular sobre el cielo a nivel mundial para incorporarlos al programa.

CREA TUS PROPIOS SÍMBOLOS DEL SOL

MATERIALES

- Símbolos del Sol en varias culturas
- Papel de construcción
- Marcadores o crayones
- Tijeras
- Goma

PROCEDIMIENTO PARA EL MAESTRO

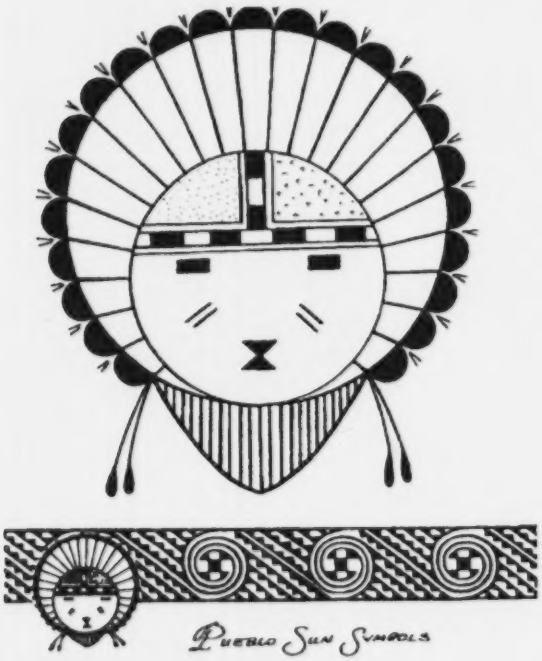
1. Introduzca el concepto de un dibujo o símbolo que represente un objeto.
2. Comparta con los estudiantes dibujos de diferentes símbolos del Sol. Discuta las diferencias, similitudes e importancia de los símbolos para las personas que los diseñaron, la exactitud científica o falta de ella, etc.
3. Pídale a los estudiantes que diseñen su propio símbolo del Sol recortando, desprendiendo y pegando figuras de papel de construcción en papel de color. Discuta la importancia de cada símbolo completado y exhiba los símbolos en una cartelera.
4. Alternativamente, permítale a los estudiantes que diseñen sus símbolos en papel blanco para dibujar y que después los pinten sobre rocas planas y lisas.

VITRALES DE SÍMBOLOS DEL SOL

MATERIALES

- Cartulina o papel de corcho
- Envoltura plástica (preferiblemente *Saran Wrap*) o transparencias. *Nota: Las transparencias funcionan mejor, pero son más caras.*
- Marcadores de tinta permanente
- Cinta adhesiva de enmascarar
- Cinta adhesiva de celofán
- Dibujos con los símbolos del Sol

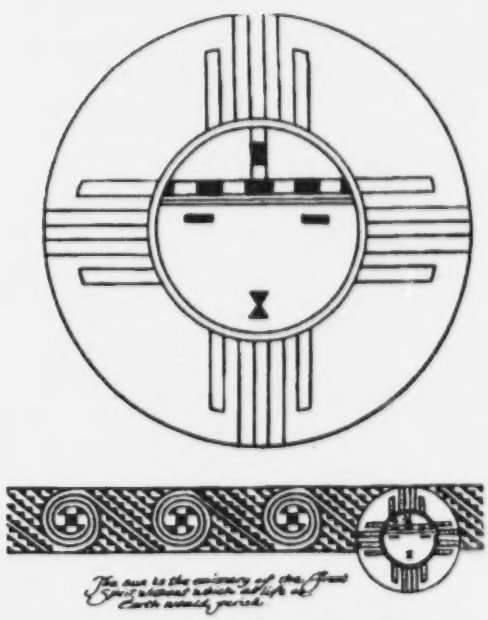
© 1994 National Science Teachers Association



(SÍMBOLO DEL SOL DE LOS PUEBLO)

(JEFE SOLAR DE LOS PUEBLO)

(SOL HOPI Y NUBE KACHINA DADO A LAS NIÑAS POR BUEN COMPORTAMIENTO, PORTADORAS DEL SOL)



(EL SOL ES EL EMISARIO DEL GRAN ESPÍRITU, SIN EL CUAL PERECERÍAN LA TIERRA Y TODA LA VIDA)

PROCEDIMIENTO PARA EL ESTUDIANTE

1. Escoje un símbolo del Sol para recrear. Puede ser un símbolo que haya sido discutido en clase o uno diseñado en la actividad previa. Pega el dibujo del símbolo al escritorio, usando cinta adhesiva por el borde.
2. Arranca una hoja de envoltura plástica varios centímetros más larga que la cartulina o el corcho. Coloca la envoltura plástica sobre el símbolo del Sol y pega las orillas al escritorio con cinta de enmascarar.
3. Dibuja y colorea el símbolo con marcadores de tinta permanente. Nota que colores oscuros y áreas rellenadas producirán un mejor efecto general que colores claros y contornos de líneas delgadas.
4. Arranca un pedazo de papel de aluminio un poco más grande que la cartulina o el corcho. Arruga el papel de aluminio y después aplánalo cuidadosamente. La superficie desigual atrapará la luz, creando el efecto de vitral.
5. Coloca el aluminio sobre la cartulina o el corcho y dobla las orillas hacia atrás. Cuidadosamente, levanta el plástico del escritorio, quita la cinta adhesiva y coloca el plástico coloreado encima del aluminio. Dobla las orillas hacia atrás y asegúralas con cinta adhesiva de celofán. Cuélgalo en un lugar soleado.

CAJAS DE HISTORIAS

OBJETIVOS

- Permitirle a los estudiantes contar un mito o leyenda a ellos mismos o a sus compañeros.
- Proveer práctica en relatar una historia y en comprensión auditiva.

PREPARACIÓN POR ADELANTADO

- Caja u otro recipiente adecuado
- Dibujos de personajes principales, o patrones para dibujar
- Pedazo de tela grande
- Trozos de tela y fieltro
- Papel de corcho
- Tijeras
- Goma
- Figuras de papel o de madera

1. Escoja un mito, leyenda o cuento popular astronómico para compartir con la clase, tales como "Un lazo a la Luna" o "How the Coyote Arranged the Night Sky." (Ver el recuadro "Recursos de saber popular sobre el cielo").
2. Haga modelos de fieltro, dibujos pegados a un pedazo de corcho, figuras y otros objetos para representar figuras y objetos claves en la historia.
3. Seleccione un pedazo de tela de un color y tipo apropiado para que sirva como superficie para representar la historia. El tamaño de la tela dependerá del número de personajes, pero un pedazo de 30x30 cm a menudo funciona bien.
4. Envuelva los personajes y otros objetos pequeños en la tela de fondo y colóquelos en la caja o canasta. Rotúlelos con el nombre de la historia (o con dibujos representativos, si los estudiantes aun no la han leido).

© 1994 National Science Teachers Association

PROCEDIMIENTO PARA EL MAESTRO

1. Dígale a la clase el mito, leyenda o cuento popular que escogió. Discuta el origen de la historia, incluyendo la época y cultura.
2. Discuta las diferencias generales entre ciencia y saber popular o folclor.
3. Permítale a los estudiantes, ya sea individualmente o en grupos pequeños, turnarse usando la caja de historias para contarla. Enfatícele a los estudiantes que las historias eran muy importantes para los originadores, y por lo tanto las cajas de historias deben ser tratadas con cuidado. Todas las piezas deben ser envueltas en la tela de fondo y ser guardadas cuidadosamente en la caja después de usarlas.
4. Permítale a los estudiantes escoger otras opciones para responder a la historia, tales como dibujar, pintar, usar barro, o escribir su propia leyenda.

Algunas de las técnicas usadas en la actividad previa fueron a adaptadas de Young Children and Worship por S.M. Stewart y J.W. Berryman (Westminster/John Knox, Louisville, KY, 1989).

RECURSOS DE SABER POPULAR SOBRE EL CIELO

Barlow, G., y Stivers, W. (1980). Leyendas Mexicanas. Skokie, IL: National Textbook Company. (Leyendas mexicanas en español fácil).

Ehlert, L. (1992). *The Moon Rope* (Un lazo a la Luna). New York: Hancourt Brace Jovanovich. (Cuentos populares peruanos sobre el zorro en la Luna).

Gerson, M.J. (1992). *Why the Sky is far away.* Boston: Little Brown and Company. (Un cuento popular de Nigeria).

Hadley, E., y Hadley, T. (1989). *Legends on the Sun and Moon.* Cambridge, England: Cambridge University Press. (Cuentos de la India, Polinesia, Armenia, Nigeria y otros países).

Jablow, A., y Withers, C. (1969). *The Man in the Moon: Sky Tales from Many Lands.* New York: Holt, Rinehart and Winston. (Historias de alrededor del mundo).

Krupp, E.C. (1989). *The Big Dipper and You.* New York: Morrow Junior Books. (Ciencia, historia y mitología relacionadas con la Osa Mayor).

Mayo, G.W. (1990). *North American Indian Stories, Star Tales.* New York: Walker and Company. (Incluye cuentos sobre la Vía Láctea, Orión, y la Gran Cacerola).

Mollel, T.M., y Morin, P. (1990). *The Orphan Boy.* New York: Clarion Books. (Cuento Masai sobre el planeta Venus.)

Monroe, J.G. y Williamson, R.A. (1987). *They Dance in the Sky, Native American Star Myths.* Boston: Houghton Mifflin. (Contiene "How the Coyote Arranged the Night Sky").

Riordan, J. (1985). *The Woman in the Moon and Other Tales of Forgotten Heroines.* New York: Dial Books for Young Readers. (La historia del título es de los Chippewa).

Staal, J. (1988). *The New Patterns in the Sky.* Blacksburg, VA: McDonald and Woodward. (Ilustraciones e historias que dan perspectivas multiculturales sobre constelaciones y figuras en las estrellas).

© 1994 National Science Teachers Association

Sección 13

A través del curriculum: Ideas para enseñanza interdisciplinaria

Las doce maravillas turísticas del Sistema Solar

Actividad 13.1

Edades: 8-17

Fuente: Esta actividad fue escrita por Andrew Fraknoi, Astronomical Society of the Pacific, 390 Ashton Ave., San Francisco, CA 94112, U.S.A.;Tel.:(415) 337-1100. Derechos reservados © 1995 por Andrew Fraknoi.

¿De qué trata esta actividad?

Esta actividad evalúa el conocimiento de los estudiantes sobre diferentes características planetarias. Se le pide a los estudiantes que describan los lugares más fascinantes con los que se han encontrado, a medida que han estudiado los planetas, y que diseñen un folleto turístico que describa estos lugares. Esta actividad es especialmente útil para los estudiantes que creen que la ciencia es solo números, matemáticas y hechos. Aquí pueden surgir los escritores y artistas, y pueden ejercitar sus imaginaciones. El pedirle a los estudiantes que creen un folleto turístico les enseña como escribir para una audiencia y con un propósito particular. Si usted está enseñando el Sistema Solar, esta es una gran actividad.

¿Qué harán los estudiantes?

Los estudiantes crearán y justificarán su propia lista de los lugares más interesantes en el Sistema Solar. Los estudiantes pueden escribir sus listas en la forma de un folleto turístico o algún otro ejercicio de escritura creativa.

Consejos y sugerencias

- Combine esta actividad con *Actividad 9.3, Inventa un extraterrestre*, descrita en la *Sección 9, Exploración espacial*, o con un excursión a un modelo a escala del Sistema Solar.
- Pídale a los estudiantes que diseñen e ilustren sus folletos turísticos en afiches y que los exhiban para que otros los vean.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Características de los planetas	Imaginar	Estructura
Lunas y objetos en el Sistema Solar	Comunicar	Diversidad y unidad

LAS DOCE MARAVILLAS TURÍSTICAS DEL SISTEMA SOLAR

por Andrew Fraknoi
Astronomical Society of the Pacific

METAS:
Esta actividad está diseñada para:

1) Ayudar a los estudiantes a sintetizar y comunicar lo que han aprendido sobre el Sistema Solar.
2) Motivarlos a hacer investigación en la biblioteca.
3) Desarrollar habilidades de escritura y arte y conectarlas con la ciencia.

LA ACTIVIDAD

Después que la clase haya estudiado los planetas y satélites que forman nuestro Sistema Solar, se le pedirá a los estudiantes que seleccionen los lugares más impresionantes que estudiaron. Ponga a los estudiantes a trabajar en grupos (como agencias de viaje del futuro) o individualmente, para escoger sus lugares favoritos en el Sistema Solar. Es mejor introducir el proyecto antes de empezar la unidad sobre planetas, para que los estudiantes puedan fijarse en las características interesantes de cada mundo, mientras están aprendiendo.

Su tarea es ingeniarse un folleto de viaje para un turista (con recursos ilimitados) que quiere ver las doce maravillas más grandes del Sistema Solar. Asuma que la excursión proveerá todo el equipo necesario para ayudar a los participantes a sobrevivir en cada mundo. Haga que cada grupo seleccione por separado sus 12 lugares y después deje que los grupos los comparen. Para estudiantes más jóvenes, cinco o seis lugares son suficientes. Como alternativa, pídale a cada grupo que seleccione un planeta u objeto celeste y cree un folleto turístico o afiche con información a fondo sobre este objeto.

Los folletos turísticos pueden discutir los siguientes detalles para ayudar a los turistas celestes a planificar para el viaje:

1) ¿Cuánto tomará el viaje hasta allá?
2) ¿Cómo será el clima?
3) ¿Qué equipo y "ropa" especial se necesitará para explorar cada lugar?
4) ¿Qué eventos deportivos (escalar, brincar, deslizarse por un tobogán, etc.) se pueden llevar a cabo en cada lugar?
5) ¿Qué se necesitaría para proveer facilidades de alojamiento?
6) En caso de que las autoridades locales decidan cerrar el lugar durante la activa temporada turística, ¿hay lugares similares en el Sistema Solar que puedan ser sustituidos en la excursión?

CUANDO ESTÉN TERMINADOS LOS FOLLETOS

- Pídale a cada grupo que haga una presentación oral, explicando sus opciones.
- Anote en una cartelera los lugares que seleccionó cada grupo y exhiba los nombres y las imágenes de los lugares más populares.
- Combine esta actividad con *Actividad 9.6, Inventa un Extraterrestre* donde los estudiantes diseñan un extraterrestre cuyas características le permitirían sobrevivir en un mundo específico.
- Use los folletos para proveer excursiones del modelo a escala del Sistema Solar.
- Si uno de los padres en la escuela es agente de viajes, invítelo a juzgar el mejor folleto y dé un "premio astronómico".

© 1995 por Andrew Fraknoi

Para comenzar la discusión, aquí está nuestra lista de los doce favoritos, con algunas notas justificando las selecciones (pero es importante dejar que los estudiantes hagan sus propias selecciones).

1. **Olimpus Mons, el volcán más grande de Marte**
   - con una base de 450 km de largo: casi del tamaño de Israel
   - 24 km de alto (el Monte Everest tiene sólo 8.8 km de altura)

2. **Valles Marineris, el inmenso gran cañón de Marte**
   - un gran cañón que va de este a oeste del planeta, 4,000 km de largo
   - mide 6.8 km en su parte más profunda, (con un promedio 3.2 km de profundidad)
   - ancho máximo de aproximadamente 500 km

3. **Valhalla en Calisto (luna de Júpiter)**
   - montañas en círculos concéntricos que indican la ocurrencia de un impacto
   - los "restos" más evidentes de un impacto en el Sistema Solar
   - los anillos tienen 3,000 km de diámetro
   - la región blanca central (cubierta de hielo) mide 600 km a lo largo

4. **Cráter de impacto Herschel en Mimas (la luna "Estrella de la Muerte")**
   - Mimas es el octavo satélite de Saturno y su diámetro es aproximadamente 400 km
   - el cráter Herschel tiene 130 km de largo (1/3 del diámetro del satélite)
   - el pico central tiene una altura de 6 km
   - el lado de la luna opuesto al crater Herschel está agrietado
   - cualquier impacto mayor hubiera roto la luna en pedazos, creando otro anillo alrededor de Saturno

5. **Gran abismo en Miranda**
   - Miranda es la onceava luna de Urano, con un diámetro de aproximadamente 500 km
   - un abismo de casi 10 km de profundidad (el Gran Cañón de Colorado tiene una profundidad de casi 2 km)
   - la gravedad es solo 1.5% de la Tierra
   - si saltas al abismo, tendrás más de 5 minutos para arrepentirte

6. **Mancha roja en Júpiter**
   - hoy es 2 veces el tamaño de la Tierra (25,600 x 13,600 km)
   - ha sido visto desde la invención del telescopio, y se agranda y achica.
   - es un sistema de alta presión; le toma aproximadamente una semana para dar una rotación en contra de las manecillas del reloj

7. **Manchas oscuras en Neptuno**
   - Neptuno mide 48,000 km de ancho
   - Manchas oscuras: pueden llegar a tener 10,000 km de largo (aproximadamente del tamaño de la Tierra), y son probablememente sistemas de alta presión como el mancha roja de Júpiter; tienen vientos que pueden alcanzar 2,000 km/h; a veces desaparecen y aparecen en otros lugares
   - les toma 18.3 horas orbitar el planeta

8. **Los anillos de Saturno**
   - miden 270,000 km de diámetro (casi como la distancia entre la Tierra y la Luna)
   - generalmente tienen sólo 100 m de grueso
   - billones de partículas con tamaños que van desde el de un grano de polvo, hasta el de una

© 1995 por Andrew Fraknoi

montaña. Principalmente compuestas de hielo hecho de agua, pero también hay otros hielos y contaminación en la superficie

- decenas de miles de pequeños anillos y divisiones

9. Las montañas Maxwell de Venus

- las montañas más altas de Venus, con casi 10 km de alto
- la base cubre un área del tamaño de Ecuador
- única característica en Venus con el nombre de un hombre (James Clerk Maxwell, el físico escosés)
- en su lado tiene un cráter de impacto de 100 km de ancho llamado Cleopatra

10. Volcán Pele en Io

- el volcán más grande en el mundo que conocemos
- en toda la luna, el material de la superficie está siendo continuamente reemplazada por material del subsuelo
- la montaña en forma de pezuña se llama Pele y es enorme (en las fotos del Voyager 1 era del tamaño de Alaska, pero cuando el Voyager 2 visitó el satélite, había crecido y cambiado su forma)
- la columna de material saliendo del volcán tiene aproximadamente 300 km de alto
- los volcanes de Io, como Pele, arrojan azufre

11. La depresión Caloris en Mercurio

- la estructura más grande visible en este planeta, de 1,300 km de ancho
- depresión de impacto, parcialmente inundada con lava hace mucho tiempo
- el Sol brilla directamente sobre esta depresión cuando el planeta se acerca a nuestra estrella. Esto significa que Caloris tiene la temperatura de mediodía más alta de Mercurio
- por lo tanto, es el lugar más caliente en el Sistema Solar; lleve algo frío para tomar, si planea un picnic

12. Las huellas de los astronautas del Apollo 11 en la Luna

- 20 de julio de 1969, Neil Armstrong dejó la primera huella humana en la Luna
- dado que la Luna no tiene atmósfera, no hay clima de ningún tipo, ni agua líquida
- las huellas permanecerán en el suelo lunar por millones de años

© 1995 por Andrew Fraknoi

LA ASTRONOMÍA EN EL MERCADO

ACTIVIDAD 13.2

EDADES: 8-17

Fuente: Reimpreso con el permiso de *Astro Adventures*, por Dennis Schatz y Doug Cooper. Derechos reservados © 1994 por el Pacific Science Center. No se permite ningún tipo de reproducción de esta actividad sin el permiso por escrito del Pacific Science Center. Ordene *Astro Adventures* del Arches Gift Shop, Pacific Science Center, 200 Second Ave. N., Seattle, WA 98109-4895, U.S.A.; Tel.:(206) 443-2001.

¿De qué trata esta actividad?

La astronomía juega un papel mucho mayor en nuestras vidas de lo que mucha gente piensa. Usamos palabras como desastre (literalmente desastre o "contra las estrellas"), o nos referimos a los días laborables de la semana (cuyos nombres provienen de la Luna y de los cuatro planetas fácilmente observables), sin hacer conscientemente la conexión con las estrellas o los planetas. Los términos astronómicos también se usan en el mundo de la publicidad, probablemente en parte por su identificación universal y connotaciones misteriosas, exóticas o interesantes.

Esta actividad ayuda a estimular el conocimiento del estudiante sobre el mundo. Mientras los estudiantes la llevan a cabo, exploran ideas en grupos, o buscan en los pasillos de un supermercado local términos astronómicos adicionales, se están familiarizando más con la astronomía (¡y con el mercadeo!).

¿Qué harán los estudiantes?

Los estudiantes ayudarán a crear una lista de productos que llevan el nombre de objetos astronómicos, los cuales serán discutidos por la clase. Como tarea, los estudiantes explorarán tiendas locales o los medios de comunicación, buscando referencias astronómicas adicionales.

Consejos y sugerencias

- Use esta actividad para romper el hielo en el grupo, donde cada miembro se presenta, y cada grupo trata de crear su propia lista.
- Los productos de consumo que llevan el nombre de objetos astronómicos son sólo una de las avenidas para explorar. Los estudiantes también pueden buscar referencias a la astronomía en canciones, películas, o poemas.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Influencia de la astronomía en la vida diaria	Observar Registrar Comunicar	Diversidad y unidad

LA ASTRONOMÍA EN EL MERCADO

por Dennis Schatz y Doug Cooper
Pacific Science Center

El atractivo de la astronomía es tan fuerte que muchas compañías tiene productos con nombres de objetos astronómicos. Esta actividad permite a los estudiantes compilar una lista de nombres de productos y desarrollar nuevos productos con nombres astronómicos.

CONCEPTO

La astronomía tiene una enorme influencia, aún fuera del campo de la ciencia.

OBJETIVOS

Los estudiantes:

- aumentarán su familiaridad con los términos astronómicos
- observarán los términos astronómicos en lugares inesperados
- inferirán por qué los nombres son escogidos para productos de consumo
- usarán pensamiento crítico para desarrollar una campaña de publicidad

MATERIALES

Hojas grandes de papel

PROCEDIMIENTO

Preparación por adelantado:

Es mejor realizar esta actividad durante un período de tiempo largo, aunque no necesita usar cantidades sustanciales del tiempo de la clase.

1. Comience una discusión sobre la fascinación de la astronomía, pidiéndole a los estudiantes que hagan una lista de algunos productos de consumo comunes que tienen nombres de objetos astronómicos. Aquí hay algunos ejemplos:

   Automóviles: Ford Taurus (Tauro), Mercury Comet (Cometa), Dodge Aries, Ford Galaxie (Galaxia), Nissan Pulsar, Toyota Corona, Mitsubishi Eclipse, y Subaru. (Subaru es el nombre japonés del cúmulo estelar de Las Pléyades. El logo de Subaru en frente del carro, muestra las estrellas en el cúmulo de Las Pléyades).

   Otros productos: Limpiador Comet (Cometa), guitarras Cometas, barras de chocolate Milky Way (Vía Láctea) y Mars (Marte), relojes Pulsar, televisores Quasar (Cuasar), y alfombras Galaxy (Galaxia) (con una galaxia espiral como logo), productora de películas Orion.
2. Después de generar una breve lista, pídale a los estudiantes que pasen los próximos días buscando en sus casas, tiendas locales y en revistas y periódicos, nombres de productos y negocios que se relacionen con la astronomía. Pídales que traigan algunos de los productos y que los muestren en el salón de clases.
3. Haga una lista, producida por la clase, de los nombre de los productos. Rete a los grupos a producir una lista más extensa.
4. Discuta por qué los nombres astronómicos son tan atractivos para las compañías. ¿Qué cualidad del producto se enfatiza al usar los nombres o imágenes astronómicas?
5. Extienda esta actividad e intégrela con las artes visuales y del lenguaje pidiéndole a los estudiantes que creen su propio producto con un nombre astronómico. Los estudiantes pueden escribir e ilustrar propagandas para sus productos. Dígale a los estudiantes que hagan paquetes o muestras de sus nuevos productos, usando materiales comunes del hogar. Pídales que escriban un párrafo exaltando las virtudes de sus productos, con énfasis en los términos e imágenes astronómicas. Comparta los productos y campañas de publicidad en presentaciones con toda la clase.

© 1994 Pacific Science Center

Imaginándose un astrónomo

Actividad 13.3

Edades: 9-14

Fuente: Esta actividad fue escrita por Alan Friedman (New York Hall of Science) y Andrew Fraknoi (Astronomical Society of the Pacific) © 1995 por Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific, 390 Ashton Ave., San Francisco, CA 94112, U.S.A. Todos los derechos reservados.

¿De qué trata esta actividad?

Los medios de comunicación y las experiencias previas han formado nuestras expectativas sobre la gente en varias carreras y los astrónomos son, a menudo, "estereotipados" como hombres mayores y "ratones de biblioteca", por estudiantes y adultos por igual. Sin embargo, la astronomía es una actividad que se lleva a cabo por hombres y mujeres en todos los países, por personas jóvenes y viejas. Esta actividad es una forma maravillosa de llamar la atención y discutir nuestras preconcepciones sobre quién "puede" ser un astrónomo.

¿Qué harán los estudiantes?

Se le pide a los estudiantes que se imaginen a un astrónomo y describan o dibujen una persona que hace astronomía. Los estudiantes compararán y discutirán sus diferentes imágenes mentales o artísticas.

Consejos y sugerencias

- Esta es una actividad excelente para empezar una unidad de astronomía, para cualquier edad. Esta actividad se puede volver a hacer al final de una unidad, para investigar si los estudiantes han empezado a cambiar sus ideas.
- Con videos, libros y actividades que incluyen a mujeres y personas de todos las países como contribuidores iguales a la ciencia de la astronomía, tenemos una maravillosa oportunidad para disipar el mito de que la astronomía es del dominio de un género, edad o cultura particular.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación
Preconcepciones sobre quién hace ciencia	Reconocer prejuicios

IMAGINÁNDOSE UN ASTRÓNOMO

Alan Friedman,
New York Hall of Science

Andrew Fraknoi
Foothill College y
Astronomical Society of the Pacific

METAS

Esta actividad pretende

1) Ayudar a los estudiantes a explorar sus suposiciones y estereotipos sobre quién puede ser un astrónomo.

2) Motivar una discusión en clase sobre los científicos.

LA ACTIVIDAD

Antes de una unidad de astronomía o la primera visita de un astrónomo a su salón de clases, puede ser interesante hacer que los estudiantes se imaginen cómo es un astrónomo y discutan sus suposiciones. Usted puede empezar leyendo el siguiente párrafo:

> *Cierra los ojos e imagínate esta escena. Es el final de una larga noche en el observatorio y el astrónomo está terminando su trabajo, a la vez que se ven los primeros rayos del amanecer en el horizonte. El astrónomo está cansado y listo para irse a dormir. Ahora enfócate en el astrónomo, viniendo hacia ti en la carretera del observatorio. Observa bien de cerca al astrónomo, frotándose los ojos cansados. Haz un dibujo (o para estudiantes mayores – obtén una imagen mental clara) de cómo es el astrónomo.*

Note que este párrafo ha omitido cualquier alusión sobre el género, edad, o raza del astrónomo. (Estamos usando el término astrónomo en general, para decir astrónomo o astrónoma. Vale la pena recordable esto a sus estudiantes). Luego que los estudiantes hayan hecho sus propias imágenes (tan elaboradas o tan simples como permita el tiempo), pídales que comparen y discutan las diferentes imágenes que crearon. En el pasado, ha habido una tendencia de los participantes de todas las edades a dibujar los científicos como hombres mayores. Si sus estudiantes también muestran tal tendencia, esto le dará la oportunidad de discutir quiénes eran los astrónomos en el pasado, y cómo hoy las oportunidades se han expandido y han caído algunas (de ninguna manera todas) barreras de la sociedad.

© 1999 por Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

EXTENSIONES:

1. Pídale a los estudiantes que discutan las imágenes de los astrónomos (o científicos en general) en los medios. ¿De qué género, raza o edad son los astrónomos que han visto en películas o en televisión? ¿Alguno de ellos ha visto astrónomos en el periódico o en las noticias de la televisión? ¿Qué clase de noticias o historias sobre astronomía han leido o visto recientemente ? ¿Será bueno para el país que los periódicos y la televisión tengan mucha más información sobre deportes y estrellas de cine que de las verdaderas estrellas?

1. Pídale a los estudiantes que investiguen qué preparación se necesita para ser un astrónomo.

2. Pídale a los estudiantes que investiguen sobre cómo se hace astronomía hoy en día. Los informes pueden ser orales o por escrito, individuales o de grupo. Sus estudiantes se sorprenderán por lo que encuentren. Por ejemplo, muchas cosas de astronomía se pueden hacer durante el día; muchos astrónomos ya no trabajan en el domo abierto (y frío) de un telescopio, sino sentados cómodamente en un salón con calefacción, frente a una consola de computador; y muchos astrónomos nunca se acercan al telescopio, sino que se concentran en crear y refinar teorías astronómicas. Como alternativa, usted puede asignarle a cada grupo un astrónomo diferente, cuya vida y trabajo pueden investigar e informar a la clase.

3. Use esta actividad como preparación para una visita de un astrónomo local a su salón de clases. Asegúrese que los estudiantes hagan la actividad, antes que llegue el astrónomo. Durante la visita, el astrónomo puede comenzar a hablar un poco sobre cómo comenzó a interesarse por la astronomía. Después de la visita, déle a los estudiantes la oportunidad de hablar sobre cómo se parece o diferencia el astrónomo de la imagen mental que tenían antes de la visita.

© 1999 por Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific

BEST COPY AVAILABLE

CONTANDO HASTA UN BILLÓN

ACTIVIDAD 13.4

EDADES: 11-14 (TAMBIÉN DE 15-17, CON LAS EXTENSIONES)

Fuente: Esta actividad fue escrita por Johnnie Parker, un maestro que participó en Project SPICA, un programa de desarrollo curricular y adiestramiento para maestros, en el *Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics.* Ha sido adaptada del libro *Project SPICA: A Teacher Resource to Enhance Astronomy Education*, © 2000 del President and Fellows of Harvard College. Publicado por Kendall/Hunt Publishing Co., P.O. Box 1840, Dubuque, IA 52004, U.S.A. Para obtener permiso para reproducir esta actividad, contacte al Science Education Department, Center for Astrophysics, 60 Garden St., Cambridge, MA 02138, U.S.A.

¿De qué trata esta actividad?

Los grandes números que se usan en astronomía son difíciles de visualizar. Esta actividad ayuda a los estudiantes a comprender la verdadera magnitud de un billón — y aún más, de "billones y billones", como decía Carl Sagan.

¿Qué harán los estudiantes?

Los estudiantes calcularán cuánto tiempo le tomaría a una persona (muy dedicada) el contar hasta un billón, usando el horario regular de trabajo. Los estudiantes se sorprenderán por la respuesta. Dependiendo de la edad de los estudiantes que hagan la actividad y su nivel, la matemática inicial puede requerir mucha explicación, o relativamente poca. El número de extensiones de la actividad (para aquellos estudiantes que puedan trabajar con las matemáticas) la hacen más larga e interesante. Este es un buen conjunto de problemas para motivar a los estudiantes que están aprendiendo los métodos apropiados en sus clases de matemáticas.

Consejos y sugerencias

- Es muy importante conocer bien las habilidades matemáticas de los estudiantes con quienes está trabajando. Nada arruina más rápido esta actividad que si los estudiantes se frustran tanto con la matemática que no pueden ver su respuesta de una manera clara.
- Es posible que los estudiantes se pregunten "¿si contar hasta un billón toma tanto tiempo, cómo saben los astrónomos cuántas estrellas hay en la Vía Láctea o en una galaxia cercana?" Esta es una buena manera de introducir la *Actividad 7.1, ¿Cuántas estrellas podemos ver?* la cual introduce el concepto de muestreo.

¿Qué aprenderán los estudiantes?

Conceptos	Habilidades de investigación	Ideas
Números grandes	Calcular	Escala
Distancias cósmicas	Inferir	Números
Número de estrellas en nuestra galaxia	Resolver problemas	
Comunicar	Interpretar datos	

CONTANDO HASTA UN BILLÓN

por Johnnie Parker

PREGUNTA CLAVE

¿Cuánto tiempo crees que tomaría contar hasta un billón?

POSIBLES PRECONCEPCIONES

Un billón de cualquier cosa es difícil de comprender para la mayoría de las personas. Cuando se le pregunta a los estudiantes cúanto tomaría contar hasta un billón, casi nunca se obtiene la respuesta correcta: todos los estimados son, o muy grandes, o muy pequeños.

CONCEPTOS CLAVES

Las distancias y la cantidad de objetos que uno se encuentra en astronomía son extraordinariamente grandes comparados con los números que encontramos todos los días. Las galaxias contienen muchos billones de estrellas y están separadas por cientos de miles de trillones de kilómetros. Los astrónomos deben usar unidades mucho más grandes que los kilómetros para simplificar sus discusiones sobre estas distancias. Una de estas unidades es el año-luz, la distancia que viaja la luz en un año. Un año-luz es aproximadamente 10 trillones (10^{13}) de kilómetros. Un trillón es mil veces más que un billón. Podemos ayudar a los estudiantes a apreciar la magnitud de tales números, estimando cuánto tiempo tomaría contar hasta un billón.

Cuando los estudiantes empiezan a captar cuán grandes son estos números, pueden apreciar mejor por qué necesitamos unidades como el año-luz, por qué los periódicos se refieren a números como el déficit fiscal, como "astronómicos", y por qué los seres humanos aún no han viajado a las estrellas.

PREPARACIÓN

Tenga calculadoras disponibles para cada estudiante o grupo de estudiantes, o pídales que traigan sus propias calculadoras el día de esta actividad.

MATERIALES

- Lápiz y papel para cada estudiante
- Una calculadora para cada estudiante o grupo de estudiantes

HACIENDO LA ACTIVIDAD

Comience preguntándole a los estudiantes cuánto tiempo creen que les tomaría contar hasta un billón, si contar fuera un trabajo de tiempo completo. Anote en la pizarra las respuestas que obtiene de su clase. Pídale a cada estudiante que escriba su cálculo personal, junto con una explicación de cómo llegó a esa respuesta. Dígale a los estudiantes que ahora realizarán nuevos estimados, basados en medidas y cálculos, y los podrán comparar con los que hicieron originalmente.

Explique que muchos trabajos de tiempo completo requieren que la persona trabaje ocho horas al día, cinco días a la semana, con dos semanas de vacaciones en el año. Eso significa que trabajan 52 - 2, o 50 semanas del año. (Esto ignora el asunto de la hora de almuerzo, pero está bien para un cálculo simple).

Dígale a los estudiantes que supongan que una persona puede contar un número cada segundo. (Más tarde, podrán discutir cuán razonable es esto). Dados estos parámetros, pídale a los estudiantes (solos o trabajando en grupos pequeños) que calculen cuánto tomaría contar hasta un billón, si fuera un trabajo de tiempo completo. Para ayudarlos, usted

© 2000 President and Fellows of Harvard College (Project SPICA, Center for Astrophysics)

puede que escribir los parámetros en la pizarra:

¡RECUERDA!
UN NÚMERO POR SEGUNDO
8 HORAS AL DÍA
5 DÍAS A LA SEMANA
50 SEMANAS AL AÑO

(Los estudiantes menores necesitarán que se les recuerde que hay 60 segundos en un minuto y 60 minutos en una hora).

CÚMULO GLOBULAR M80 (TELESCOPIO ESPACIAL HUBBLE)

De acuerdo a estos parámetros, ¡tomaría aproximadamente 139 años contar hasta un billón!

CIERRE

Pida a voluntarios que compartan con la clase sus respuestas y cómo las obtuvieron. Motive a los estudiantes a encontrar suposiciones incorrectas o errores en los cálculos, y a que discutan entre ellos de manera no crítica. Motive a la clase a obtener a una respuesta con la que todos estén de acuerdo. Deles tiempo para que las implicaciones de la respuesta se graben en su memoria.

EXTENSIONES

Entre las posibilidades están:

- Pregúntele a los estudiantes cómo cambiaría la respuesta si le permitiéramos a los contadores tomarse una hora libre cada día para almorzar.
- Cuánto tiempo tomaría contar hasta un billón, si el contador no fuera humano, sino un robot que no necesita tomar recesos o vacaciones, y puede contar 24 horas por día, 52 semanas por año?
- Pídale a los estudiantes que midan cuán razonable es suponer que puedes contar cualquier número entre uno y un billón en un segundo. Motívelos a experimentar, midiendo el tiempo que tomaría decir números de varias magnitudes. ¿Cómo obtendrían un promedio de los varios tiempos medidos para números de diferentes magnitudes? ¿Cuánto tiempo toma, por ejemplo, decir el número 972,465,789? ¿Cómo modificarían la respuesta que obtuvieron, a la luz de estas medidas?
- Explíquele los estudiantes que los astrónomos estiman que hay por lo menos 200 billones de estrellas en nuestra Galaxia, la Vía Láctea. Usando las mismas suposiciones anteriores, pregúntele a los estudiantes cuánto tiempo tomaría contar hasta un número tan alto.
- Si ha introducido o está introduciendo la idea de año-luz, discuta que un año-luz mide 10 trillones km. ¿Cuánto tiempo tomaría contar hasta 10 trillones (usando los parámetros de nuestro ejemplo principal)? Puede que necesite recordarle a los estudiantes que un trillón es mil billones.

© 2000 President and Fellows of Harvard College (Project SPICA, Center for Astrophysics)

- La estrella más cercana a nosotros (sin contar al Sol) está a una distancia de 4.2 años-luz. Pídale a los estudiantes que calculen cuántos kilómetros es esa distancia. ¿Cuánto tiempo tomaría contar hasta un número tan alto?
- Los estudiantes pueden preguntarse cuánto tiempo tomaría viajar a la estrella más cercana a varias velocidades. Dígales que supongan que viajamos a una velocidad de 1 km/seg (3600 km/hr). ¿Cuánto tiempo tomaría llegar a Próxima Centauri, la estrella más cercana al Sol? (La respuesta resulta ser aproximadamente 2 millones de años, una cifra que seguramente desalienta a muchos voluntarios).
- Los estudiantes pueden calcular cuán rápido necesitarían viajar para llegar a la estrella más cercana y regresar en un tiempo razonable para los humanos. Primero, pídales que decidan qué sería un tiempo razonable. (¿Servirían de voluntarios para un viaje que durara 50 años, 25 años, 10 años?) ¿Cuán rápido tendrían que viajar para ir y volver en ese tiempo? (Asegúrese de doblar la distancia a la estrella para obtener la distancia de ida y vuelta). En la biblioteca puede investigar en un almanaque o un libro de récords, la velocidad más rápida a la que ha viajado un ser humano. ¿Cuál es la velocidad más rápida a la que ha viajado una nave espacial robótica? ¿Son estas velocidades cercanas a las que necesitamos para viajar a las estrellas?

457

© 2000 President and Fellows of Harvard College (Project SPICA, Center for Astrophysics)

U.S. Department of Education
Office of Educational Research and Improvement (OERI)
National Library of Education (NLE)
Educational Resources Information Center (ERIC)

NOTICE

Reproduction Basis

X	This document is covered by a signed "Reproduction Release (Blanket)" form (on file within the ERIC system), encompassing all or classes of documents from its source organization and, therefore, does not require a "Specific Document" Release form.
	This document is Federally-funded, or carries its own permission to reproduce, or is otherwise in the public domain and, therefore, may be reproduced by ERIC without a signed Reproduction Release form (either "Specific Document" or "Blanket").

Organization:	Astronomical Society of the Pacific
Acronym:	
Clearinghouse:	SE
Facility Number:	
Level:	1
Start Date:	1984-00-00 (96)
Revision Date:	
Authorizer:	R.J. Havlen
Note:	Blanket for selected documents
Address:	
City:	San Francisco
State:	CA
Zip:	94122
Phone:	
Fax:	
Web:	
email:	
Contact:	R.J. Havlen, Exec. Director
Arr.Type:	,
See	
Conf. Papers To:	
Comments:	
Pending:	
Active:	
Send Fiche To:	Organization Contact
Former Names:	
Orga:	Astronomical Society of the Pacific
Orgb:	
Orgc:	